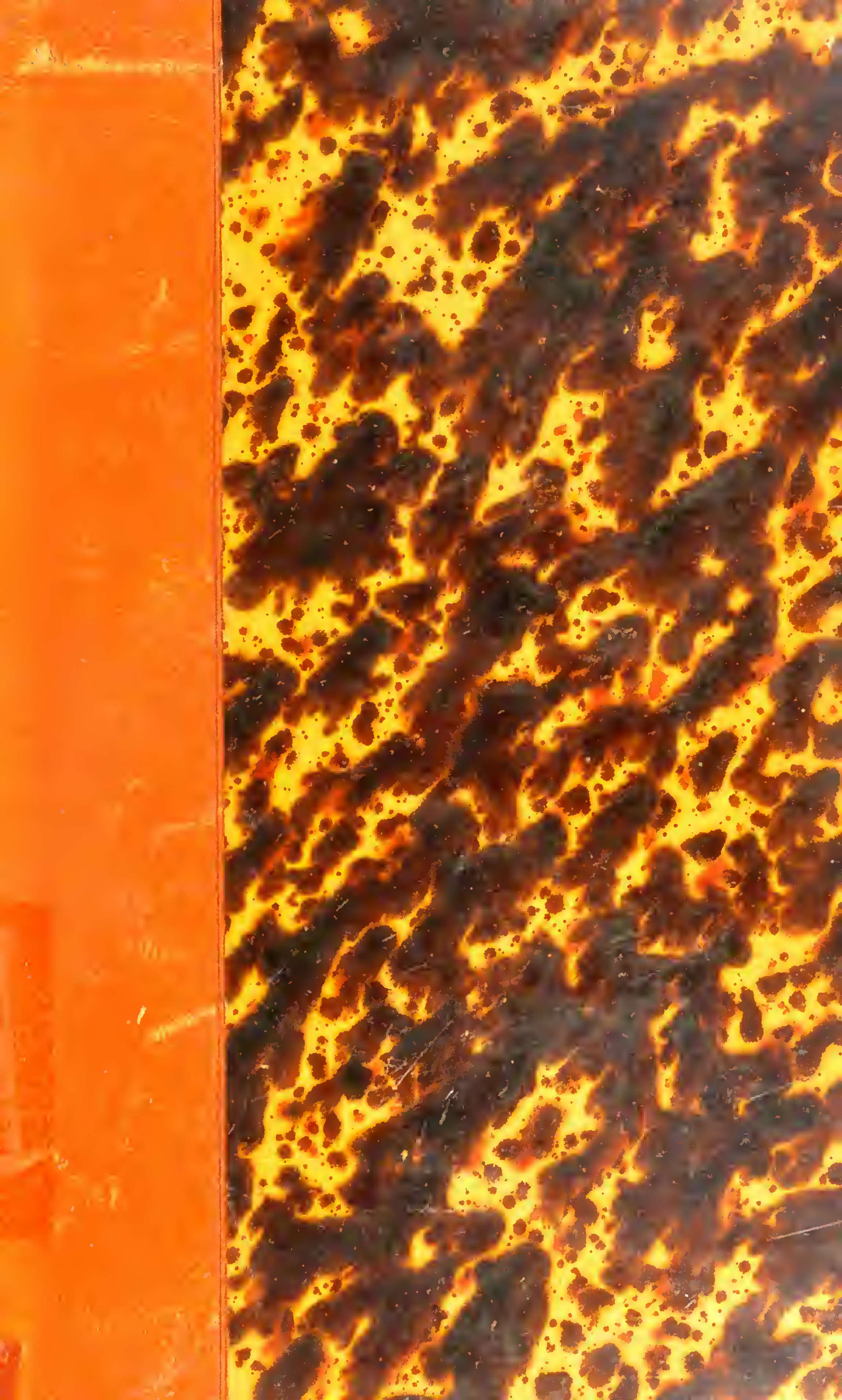



Bibliothèque de LAFITTE
Tablette II - A N° 30
22102374168


Med
K3729

hommage de profond respect
[illegible]

LA NATURE

ET LA VIE

DU MÊME AUTEUR

Manuel des humeurs, comprenant l'examen des rapports de la chimie et de la biologie, des notions sur les principes immédiats, l'étude de tous les liquides normaux et pathologiques de l'organisme, avec les applications à la physiologie, au diagnostic médical et à la médecine légale. — 1 vol. in-18. Paris, Victor Masson et fils, 1870.

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2.

FERNAND PAPILLON

LA NATURE

ET LA VIE

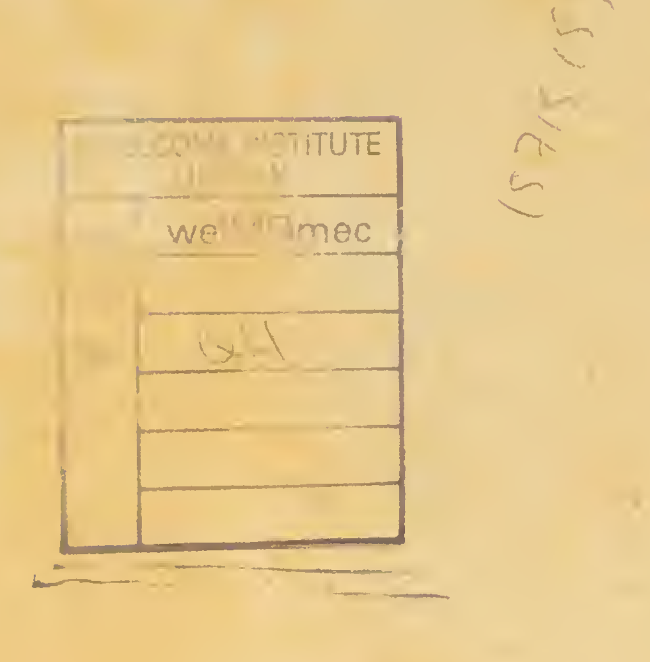
FAITS ET DOCTRINES

LA CONSTITUTION DE LA MATIÈRE
ET LE NOUVEAU DYNAMISME — LA PHILOSOPHIE
DE LA NATURE ET LES IDÉES DE LEIBNIZ
LA CONSTITUTION GÉNÉRALE DES ÊTRES VIVANTS
LA LUMIÈRE ET LA VIE
LA CHALEUR ET LA VIE — L'ÉLECTRICITÉ ET LA VIE
LES ODEURS ET LA VIE — LES MÉDICAMENTS
ET LA VIE — LES GREFFES
ET LES RÉGÉNÉRATIONS ANIMALES — LES FERMENTS
LES FERMENTATIONS ET LA VIE
LES GRANDES ÉPIDÉMIES : LE CHOLÉRA
LA PHYSIOLOGIE DE LA MORT — LA MORT APPARENTE
ET LA MORT RÉELLE — L'HÉRÉDITÉ
AU PHYSIQUE ET AU MORAL

PARIS
LIBRAIRIE ACADÉMIQUE
DIDIER & Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS
35, QUAI DES AUGUSTINS

1874


WELLCOME
LIBRARY
INSTITUTE


TUTE
wel mec

PRÉFACE

Ce volume comprend une série d'études écrites et publiées à des époques diverses, les unes plus générales, les autres plus spéciales, et se rapportant toutes à l'activité des forces de la nature et particulièrement de la vie[1]. Le seul rapprochement de ces morceaux a permis de faire un tout méthodique et homogène, où la rigueur des détails est associée avec la généralité des doctrines, et la physionomie précise de chaque groupe de phénomènes distinctement marquée dans le tableau des rapports universels et intimes qui lient tout. On a de la sorte un exposé comprenant, sous une forme élémentaire, dans un langage débarrassé de l'appareil

[1] Tous ces articles, à l'exception d'un seul, et de l'appendice, ont été publiés déjà dans la *Revue des deux mondes*. Je suis heureux de pouvoir remercier publiquement ici les directeurs de ce recueil de la libérale bienveillance avec laquelle ils ont accueilli ces études, et des excellents conseils qu'ils m'ont donnés pour les rendre moins indignes du public éclairé auquel elles s'adressaient.

technique, les vérités les plus essentielles établies récemment par la physique, la chimie et la biologie, touchant le mécanisme des énergies naturelles et les dispositions solidaires des ressorts fondamentaux du monde, et surtout du monde vivant. J'ai espéré qu'un tel ouvrage recevrait un accueil bienveillant des esprits, de plus en plus nombreux, pour qui la science n'est ni une curiosité frivole, ni un divertissement passager, mais l'objet d'une sympathie réfléchie et d'un sérieux commerce. Telle est du moins la première destination de ce livre.

Il en a une autre. Le caractère manifeste de ce temps est de mettre dans les sciences naturelles une infinité d'espérances, d'en attendre des bienfaits sans limites. Certes ce n'est pas moi qui verrai là une illusion, et ce volume témoigne assez du prix que j'attache à tout ce qui peut encourager et développer de pareils sentiments. Mais c'est justement parce que je ne suis pas suspect d'hostilité à ces sciences qu'il m'a semblé d'autant plus nécessaire de signaler, à côté de ces bons sentiments, un mal funeste : je veux dire l'erreur de ceux qui, après avoir proclamé la vertu de la science, dénoncent la faiblesse et contestent l'autorité de la métaphysique.

Or le lecteur rencontrera ici plus d'une page visi-

blement inspirée par la conviction que la science proprement dite ne rassasie point l'âme avide de savoir et de comprendre, et que par suite la métaphysique occupe une grande place et une place légitime dans l'activité humaine. Tandis que j'ai retouché, dans cette série d'études, tout ce qui, au point de vue exclusivement scientifique, m'a paru susceptible d'un degré nouveau de précision et d'exactitude, j'y ai, au contraire, maintenu avec un soin jaloux la teneur littérale de tous les passages expressément écrits sous l'influence de cette conviction. Et cela, non pas à cause de la valeur propre de ces réflexions dont plusieurs ne représentent plus qu'imparfaitement ma façon actuelle de voir, mais parce que ces réflexions ont été faites pour la première fois avec une spontanéité complète et sans la moindre préméditation systématique. Le lecteur pourra voir ainsi comment les idées générales se dégagent naturellement de la considération attentive et approfondie d'un ensemble de détails variés, avec quelle force elles s'imposent d'elles-mêmes, c'est-à-dire comment la pensée qui suit une évolution régulière et normale aboutit, sans dessein calculé comme sans visée dogmatique, aux certitudes philosophiques les plus hautes.

Le penseur, qui cherche librement la vérité, se

déplace d'une façon continue dans son aspiration vers l'esprit et l'idéal. Il abandonne les régions phénoménales et concrètes pour s'élever à celles de l'absolu et de l'éternel. Plus il s'éloigne des premières, qui l'avaient d'abord exclusivement préoccupé, plus se modifie la perspective sous laquelle il les considérait. Il finit par n'y voir plus que des spectres sans consistance et de trompeurs fantômes. Et au fur et à mesure qu'il se rapproche de l'éternel et de l'absolu, il en saisit mieux la réalité, il en acquiert un sentiment plus vif et une conception plus nette. Il estime le chemin qu'il a parcouru et le mérite de ses propres méditations au degré de la clarté sereine avec laquelle il entrevoit les premiers principes des choses et de l'humble piété avec laquelle il s'incline devant la mystérieuse Puissance qui a tout établi !

Concarneau (Finistère), mai 1873.

LA NATURE
ET LA VIE

LA CONSTITUTION GÉNÉRALE DE LA MATIÈRE ET LE NOUVEAU DYNAMISME[1]

Quoi qu'en disent les empiriques et les utilitaires, il y a des certitudes en dehors de la méthode expérimentale, et des progrès en dehors des applications brillantes ou bienfaisantes. L'esprit humain peut employer son énergie, travailler d'accord avec la raison, et découvrir des vérités réelles dans une sphère aussi supérieure à celle des laboratoires ou de l'industrie que celle-ci l'est elle-même à la région des arts les plus grossiers. Bref, il y a un temple de lumière dont ni le calcul ni l'expérience n'ouvrent les portes à l'âme, et où pourtant l'âme pénètre avec autorité et sûreté, quand elle a gardé la conscience de ses souveraines prérogatives. Quand les savants de profession, mieux renseignés sur l'intime association de la métaphysique et de la science, d'où est sortie la connaissance moderne de la nature, mieux instruits des lois néces-

[1] *Revue des deux mondes*, du 1er juin 1873.

saires du conflit de la raison avec l'immense inconnu, conviendront-ils qu'il y a des réalités en dehors de celles qu'ils atteignent? Quand la science, au lieu de la prétentieuse indifférence qu'elle affecte en face de la philosophie, confessera-t-elle l'inappréciable fécondité de celle-ci? Peut-être l'heure de cette conciliation si désirable est-elle moins éloignée que beaucoup de personnes ne le croient; du moins chaque jour nous en rapproche. L'esprit de Descartes ne pourra manquer de susciter bientôt quelque génie assez puissant pour restaurer chez nous le goût et le crédit de la pensée dans tous les départements de l'activité scientifique. Si délaissées qu'y soient aujourd'hui les grandes abstractions, elles ne le sont pas assez, Dieu merci, pour empêcher l'ardeur des études et le succès des écrits relatifs au problème de la constitution de la matière. De fait, voilà une question qui depuis un certain nombre d'années préoccupe quelques-uns de nos savants et de nos penseurs aussi vivement que la majorité de ceux du reste de l'Europe, une question qui atteste avec une éloquence toute particulière que, si les philosophes sont tenus de faire des emprunts nombreux à la science, celle-ci ne s'épure, ne s'élève et ne se fortifie qu'en s'inspirant et en reconnaissant combien elle est inséparable de la considération abstraite des causes cachées et des premiers principes.

I

La matière se présente sous des aspects très-divers. Considérons-la dans sa plus grande complexité, dans le corps humain par exemple. La dissection ordinaire y distingue des organes, lesquels peuvent être résolus en tissus. La dissociation de ces derniers fournit des éléments anatomiques dont l'analyse immédiate extrait un certain nombre de principes chimiques. L'œuvre de l'anatomiste s'arrête ici. Le chimiste intervient et reconnaît dans ces principes des espèces définies provenant de la combinaison, en proportions déterminées et invariables, d'un certain nombre de principes indécomposables, substantiellement indestructibles, et auxquels il donne le nom de corps simples. Le carbone, l'azote, l'oxygène, l'hydrogène, le soufre, le phosphore, le calcium, le fer, qui marquent ainsi la limite de l'analyse expérimentale des êtres les plus complexes, sont des corps simples, c'est-à-dire les radicaux primordiaux et irréductibles de la trame des choses.

On sait aujourd'hui que la matière n'est pas indéfiniment divisible, et que les plus petites parties des différents corps simples qui existent dans les composés naturels n'ont pas toutes la même dimension, ni le même poids. La chimie est arrivée, par une série d'analyses et de mesures, à déterminer les poids respectifs des atomes des différents éléments, c'est-à-dire

à fixer, en prenant pour unité l'atome de l'élément le plus léger, l'hydrogène, les poids des atomes qui équivalent dans les diverses combinaisons à cette unité conventionnelle. Bien que quelques savants persistent à considérer les poids atomiques comme de simples rapports et l'existence des atomes comme un pur artifice logique, il semble plus rationnel d'admettre, avec la majorité de ceux qui ont examiné de près ce difficile problème, que ces atomes sont des réalités effectives, encore qu'il soit très-malaisé d'en évaluer exactement les dimensions absolues. En tout cas, on peut affirmer que ces dimensions sont de beaucoup inférieures à celles que présentent les particules de la matière soumise aux procédés de division les plus puissants et les plus subtils, ou décomposée par l'imagination dans ses éléments les plus ténus. « Que l'homme, dit Pascal, recherche dans ce qu'il connaît les choses les plus délicates : qu'un ciron par exemple lui offre dans la petitesse de son corps des parties incomparablement plus petites, des jambes avec des jointures, des veines dans ces jambes, du sang dans ces veines, des humeurs dans ce sang, des gouttes dans ces humeurs, — que, divisant encore ces dernières choses, il épuise ses forces et ses conceptions, et que le dernier objet où il puisse arriver soit maintenant celui de notre discours; il pensera peut-être que c'est là l'extrême petitesse de la nature. Je veux lui faire voir là dedans un abîme nouveau. Je veux lui peindre non-seulement l'univers visible, mais encore tout ce qu'il est capable de concevoir, l'immensité de la nature dans l'enceinte de cet atome imperceptible! » Pascal montre ici un sentiment aussi juste que profond

de l'infiniment petit, et il est intéressant de remarquer à quel point les révélations étonnantes du monde microscopique ont justifié ses prévisions éloquentes; mais combien ce monde microscopique, dont les plus petits représentants, tels que les vibrions et les bactéries, n'ont guère moins d'un dix-millième de millimètre, combien ce monde est grossier en comparaison des particules qu'exhalent les corps odorants et des quantités extraordinairement petites que la chimie, la physique et la mécanique mesurent aujourd'hui sans les voir, ou dont elles rendent l'existence manifeste sans les saisir! Il convient de citer quelques exemples qui en donneront une idée.

D'après M. Tyndall, quand des particules solides très-petites, plus petites que les ondes lumineuses, sont répandues dans un milieu traversé par la lumière, celle-ci est décomposée de telle sorte que les moindres ondes (ondes bleues) prédominent dans les rayons réfléchis, et les plus grandes ondes (ondes rouges) dans les rayons transmis. Cet ingénieux physicien explique ainsi que la couleur bleue du ciel doit tenir et tient à l'existence de particules solides, extrêmement ténues, répandues en nombre infini dans l'atmosphère. M. Tyndall n'est pas éloigné de penser que ces parcelles imperceptibles pourraient bien n'être que les germes des organismes microscopiques dont les travaux de M. Pasteur ont démontré la présence dans l'atmosphère et le rôle dans les phénomènes de putréfaction et de fermentation. Les œufs de ces êtres, qui, parvenus à leur complet développement, sont à peine visibles au microscope, et dont le nombre, révélé par les témoignages les plus décisifs,

déconcerte l'imagination la moins timide, — tels seraient les éléments de cet éther vital, comme nous l'avons nommé, de cette poussière qui donne à la coupole du ciel sa douce teinte d'azur. « Il existe, dit en résumé M. Tyndall, dans l'atmosphère, des parcelles matérielles qui échappent au microscope et à la balance, qui n'obscurcissent pas l'air, et s'y trouvent néanmoins en si grande multitude que l'hyperbole israélite du nombre des grains de sable de la mer devient insignifiante en comparaison. » Et pour donner une idée de la petitesse de ces parcelles, M. Tyndall ajoute qu'en les condensant on pourrait les faire tenir toutes dans une valise de dame. Évidemment ces particules échappent à toute sorte d'observation et de mensuration directes. On n'en peut pas plus démontrer la réalité objective qu'on ne peut rendre manifeste celle des particules d'éther. Voici cependant des faits qui permettent de la concevoir nettement. Dissolvons 1 gramme de résine dans une centaine de grammes d'alcool, puis versons la dissolution limpide dans un grand flacon plein d'eau claire que nous agiterons vivement. La résine est précipitée sous forme d'une invisible et impalpable poussière qui ne trouble pas sensiblement le liquide. Si l'on vient ensuite à placer une surface noire derrière le flacon, et à faire arriver de la lumière soit par en haut, soit par devant, le liquide paraît bleu de ciel. Cependant, lorsqu'on examine avec les plus puissants microscopes ce mélange d'eau et d'alcool rempli de poussière résineuse, on n'aperçoit rien. La dimension des grains de cette poussière est de beaucoup inférieure à un dix-millième de millimètre. M. Morren a fait une autre expé-

rience qui atteste d'une façon plus saisissante encore l'extrême divisibilité de la matière. Le soufre et l'oxygène forment une combinaison intime que les chimistes appellent le gaz acide sulfureux. C'est ce gaz incolore et suffocant qui se dégage quand on brûle une allumette soufrée. M. Morren enferme une certaine quantité de ce gaz dans un récipient, place le tout dans un milieu obscur, et fait passer au travers un rayon de lumière vive. Tout d'abord on ne voit rien. Bientôt cependant, sur le passage du rayon lumineux, on observe une belle couleur bleue. C'est que le gaz est décomposé par les ondes lumineuses et que des parcelles invisibles de soufre sont mises en liberté, lesquelles à leur tour décomposent la lumière. La vapeur bleuit de plus en plus, puis elle devient blanchâtre, enfin un nuage blanc prend naissance. Les parcelles qui constituent ce nuage sont encore individuellement invisibles, même avec de forts microscopes, et cependant elles sont infiniment plus grosses que les atomes primitifs auxquels était dû le bleu de firmament qui s'est montré tout d'abord dans le récipient. On passe, dans cette expérience, avec une continuité parfaite, de l'atome libre de soufre séparé de l'atome d'oxygène par les ondes de l'éther, à une masse qui tombe sous les sens; mais, si cette masse est composée de molécules libres qui défient les plus puissants grossissements, que devaient être les parcelles qui ont engendré ces molécules elles-mêmes !

Un dernier fait d'un autre ordre complétera ces preuves de la petitesse des éléments matériels. Lorsqu'on verse dans une solution limpide de sulfate de potasse une solution également claire de sulfate d'alu-

mine, le mélange se trouble aussitôt, et au bout de quelques secondes on voit apparaître dans la liqueur des myriades de petits cristaux scintillants comme des diamants, et qui ne sont autre chose que des cristaux d'alun. Si l'on suppose le diamètre de ces cristaux égal à 1 millimètre, il résultera de cette expérience que, dans l'espace de quelques secondes, il a pu se produire des cristaux contenant des milliards de molécules composées chacune de quatre-vingt-quatorze atomes et groupées avec une admirable harmonie. Les mouvements des atomes chimiques se font sous l'influence des mêmes forces que les mouvements des énormes agglomérations atomiques qu'on appelle des astres. La révolution d'un soleil autour d'un autre soleil dure mille ans, tandis que les atomes en voie de combinaison en exécutent des centaines de millions dans la millionième partie d'une seconde.

M. Thomson est arrivé, par des considérations et des calculs variés et délicats, à reconnaître que, dans les liquides et les solides transparents ou translucides, la distance moyenne des centres de deux atomes contigus est comprise entre un dix-millionième et un deux-cent-millionième de millimètre. Il est difficile de se représenter exactement d'aussi petites dimensions dont rien, parmi les objets qui affectent notre sensibilité, ne saurait nous donner une idée. M. Thomson pense que la comparaison suivante peut servir à les apprécier. Si l'on se figure une sphère du volume d'un pois grossie presque à égaler le volume de la terre, et les atomes de cette sphère grossis dans la même proportion, ceux-ci auront alors un diamètre supérieur à celui d'un grain de plomb et inférieur à celui

d'une orange. En d'autres termes, un atome est à une sphère de la dimension d'un pois ce qu'une pomme est au globe terrestre. Par des arguments tout différents, les uns tirés de l'étude des molécules chimiques, les autres déduits des phénomènes de capillarité, M. Gaudin a établi, pour la dimension des plus petites particules matérielles, des chiffres très-voisins de ceux de M. Thomson. La distance maximum des atomes chimiques entre eux dans les molécules est un dix-millionième de millimètre. M. Gaudin essaye, comme M. Thomson, de donner quelque idée sensible de la petitesse vraiment étourdissante d'une semblable dimension. Il calcule, d'après ce chiffre, le nombre des atomes chimiques contenus dans le volume d'une tête d'épingle à peu près, et il trouve que ce nombre doit être représenté par le chiffre 8 suivi de vingt et un zéros, — de sorte que, si l'on voulait compter le nombre des atomes métalliques contenus dans une grosse tête d'épingle, en en détachant chaque seconde par la pensée un milliard, il faudrait continuer cette opération pendant plus de deux cent cinquante mille ans.

Il y a donc des atomes dans la matière, et l'atomisme est une vérité du moment où il se contente d'affirmer l'existence des atomes ; mais ceux-ci ne sont pas les vrais principes, les ingrédients simples et irréductibles du monde. Après avoir décomposé la matière sensible en atomes, il faut soumettre ces derniers à une analyse du même ordre. Considérons donc deux atomes hétérogènes quelconques, un atome d'hydrogène et un atome de fer par exemple, et recherchons en quoi ils peuvent réellement, essentiellement différer

l'un de l'autre. Qu'est-ce qui au fond distingue vraiment ces deux atomes, en tant qu'atomes? Ce ne sont ni les propriétés de figure, de solidité, de liquidité, de dureté, de sonorité, d'éclat, puisque ces propriétés dépendent manifestement de l'arrangement et de la disposition des atomes entre eux, c'est-à-dire puisqu'elles sont relatives non pas à l'individualité de chacun des atomes, mais à celle de l'ensemble qu'ils forment en s'agglomérant. Ce ne sont pas non plus les propriétés calorifiques, optiques, électriques, magnétiques, puisque ces propriétés résultent des mouvements de l'éther, au sein du groupement plus ou moins compliqué des atomes respectifs de ces deux substances. Or, si ces atomes, pris individuellement, ne diffèrent l'un de l'autre par aucune des propriétés qui viennent d'être énumérées, ils ne peuvent être dissemblables que sous le rapport de deux attributs, la dimension et le poids; mais la différence de poids résulte de la différence de dimension, et celle-ci est non pas qualitative, mais simplement quantitative[1]. Par conséquent, deux atomes hétérogènes quelconques comparés l'un à l'autre, comme atomes, n'ont presque aucun des attributs différentiels propres aux groupements qu'ils constituent en s'agrégeant, et ne représentent que deux fonctions distinctes, deux valeurs différentes d'une même matière initiale, d'une même qualité ou énergie primitive. Cette démonstration simple établit l'unité de substance non comme une hy-

[1] Nous laissons de côté à dessein les forces chimiques, qui ne peuvent être considérées que comme des attractions, et qui par conséquent ne s'expliquent que par des forces agissant extérieurement à l'atome lui-même.

pothèse physique plus ou moins plausible, mais comme une certitude métaphysique aussi indéniable que nécessaire. Si maintenant nous ajoutons, quitte à en donner plus tard la démonstration, que la dimension, l'étendue corporelle elle-même, ainsi que l'avait dit Leibniz et que l'a récemment démontré M. Magy, n'est qu'une résultante de la force, il sera évident que la matière se réduit en dernière analyse à de la force.

M. Tyndall, dans sa biographie de Faraday, nous dit qu'une des expériences favorites de ce physicien fournit une image fidèle de ce qu'il était. « Il aimait à faire voir que l'eau, en cristallisant, élimine toutes les matières étrangères, si intimement mêlées qu'elles puissent être avec elle. Séparé de toutes les impuretés, le cristal devient clair et limpide. » Cette expérience est surtout l'image fidèle de ce qu'était Faraday comme métaphysicien. Rien n'avait pour lui le charme de ces régions claires et limpides où la science, débarrassée d'impuretés, apparaissait à son grand esprit dans tout l'éclat de sa splendeur et de sa puissance. Il s'y abandonnait avec une spontanéité absolue. Il aimait particulièrement à méditer le problème qui nous occupe en ce moment. « Que savons-nous de l'atome en dehors de la force? s'écrie-t-il. Vous imaginez un noyau qu'on peut appeler *a*, et vous l'environnez de forces qu'on peut appeler *m*; pour mon esprit, votre *a* ou noyau s'évanouit, et la substance consiste dans l'énergie de *m*. En effet, quelle idée pouvons-nous nous former du noyau indépendant de son énergie? » D'après lui, la matière remplit tout l'espace, et la gravitation n'est pas autre chose qu'une des forces essentiellement constitutives de la matière,

peut-être même la seule. Un chimiste éminent, M. Henri Sainte-Claire Deville, a déclaré tout récemment que, lorsque les corps réputés simples se combinent les uns avec les autres, ils disparaissent, ils sont individuellement anéantis. Par exemple, il n'y a, selon lui, dans le sulfate de cuivre, ni soufre, ni oxygène, ni cuivre. Soufre, oxygène et cuivre sont constitués chacun par un système distinct de vibrations définies d'une énergie, d'une substance unique. Le composé sulfate de cuivre répond à un système différent dans lequel se confondent les mouvements qui engendraient les individualités respectives des éléments soufre, oxygène et cuivre. Il y a longtemps d'ailleurs que M. Berthelot s'était exprimé d'une façon identique. Dès 1864, ce savant disait que les atomes des corps simples pourraient être constitués d'une même matière, distinguée seulement par la nature des mouvements qui l'animent. Cette parole si nette, un grand nombre de savants et de philosophes en France et à l'étranger l'ont répétée et la répètent encore, avec raison, comme l'expression d'une vérité solide.

Si les plus petites parties que nous puissions concevoir et distinguer dans les corps ne diffèrent les unes des autres que par la nature des mouvements auxquels elles sont soumises, si le mouvement seul règle et détermine la variété des attributs divers qui caractérisent ces atomes, si en un mot l'unité de matière existe — et il faut qu'elle existe, — qu'est-ce que cette matière fondamentale et première d'où procèdent toutes les autres ? Comment nous la représenter ? Tout porte à croire qu'elle ne se distingue pas essentiellement de

l'éther, qu'elle consiste en atomes d'éther plus ou moins fortement agrégés. On objecte que l'éther est impondérable ; mais c'est là une objection sans fondement. Sans doute on ne peut pas le peser : pour cela, il faudrait comparer un espace plein d'éther avec un espace vide d'éther ; or nous sommes dans une manifeste impuissance d'isoler ce subtil agent, dont les atomes s'entr'équilibrent avec une parfaite égalité dans tout l'univers. Beaucoup de faits cependant en attestent la prodigieuse élasticité. La foudre qui éclate n'est pas autre chose qu'une perturbationdans l'équilibre de l'éther, et qui oserait prétendre que la foudre n'accomplit pas un travail énorme? Quoi qu'il en soit, il est impossible de concevoir les énergies qui constituent l'atome autrement que comme de la force pure, et l'éther lui-même, dont la physique tout entière démontre indubitablement l'existence, ne peut pas être défini autrement que par les attributs de la force [1]. Il en résulte que les atomes, dernière conclusion de la chimie, et l'éther, dernière conclusion de la physique, sont substantiellement similaires, bien que constituant deux degrés distincts, deux valeurs inégales de la même activité originelle. Toutes ces énergies physico-chimiques aussi bien que les énergies analogues de la vie n'apparaissent à nous, à de rares exceptions près, que revêtues de cet uniforme qu'on appelle la matière. Une seule de ces énergies se montre dépouillée de ce

[1] « Toute théorie mise à part, il serait difficile de trouver dans tous ces mots, dilatation, propagation, radiation, vibration, réflexion, réfraction, attraction, répulsion, polarisation, etc., autre chose que des phénomènes de mouvement. » Ch. de Rémusat, *Essais de philosophie*, 1842, t. II, *De la Matière*.

vêtement et nue. Elle domine toutes les autres, parce qu'elle les connaît toutes, sans que celles-ci le sachent. Elle n'est pas seulement puissance, mais encore conscience. C'est l'âme. Comment la définir autrement que la force en sa plus pure essence, puisque nous la contemplons comme un marbre antique, dans une superbe nudité, qui est aussi une beauté radieuse?

Que l'on considère la matière la plus grossière, pesante et sensible, ou cette matière plus subtile, plus vive, plus active, qu'on appelle éther, ou encore le principe spirituel qui est l'énergie dans sa simplicité, on n'a donc toujours en face de soi que des collections harmonieuses de forces, des activités symétriques, des puissances ordonnées et plus ou moins conscientes du rôle qu'elles jouent dans le concert infini dont le Créateur a écrit la musique splendide. Faisons abstraction pour un moment de la variété des groupements qui déterminent la hiérarchie et les aspects multiples de ses forces, il ne restera plus comme principes constitutifs de la trame de l'univers, comme ingrédients irréductibles et primordiaux du monde, que des points dynamiques, des monades.

Le terme de l'analyse rigoureuse des phénomènes est en définitive la conception d'une infinité de centres de forces similaires et inétendus, d'énergies sans figures, simples et éternelles. On demande ce que sont ces forces, et on prétend qu'il est impossible de les distinguer du mouvement. La force se conçoit, mais ne s'imagine point. Ce qu'on en peut dire de plus clair et de plus vrai, c'est qu'elle est une énergie analogue à celle dont nous sentons au plus profond de nous-mêmes la constante et indéniable présence. « La

seule force dont nous ayons conscience, dit M. Henri Sainte-Claire Deville, c'est la volonté. » Notre âme, qui nous donne la conscience de la force, en est aussi le type en ce sens que nous sommes impérieusement contraints, si nous voulons pénétrer dans les mécanismes élémentaires du monde, d'en comparer les activités primitives à la seule activité dont nous ayons une intuition et une connaissance immédiates, c'est-à-dire à ce ressort admirable, tant la spontanéité en est sûre, qui nous permet à chaque instant de créer et en même temps de régler le mouvement.

Le mouvement peut servir à mesurer, non à expliquer la force. Il est aussi subordonné à celle-ci que la parole l'est à la pensée. En effet, le mouvement n'est autre chose que la suite des positions successives d'un corps dans différents points de l'espace. La force au contraire est la tendance, la tension qui détermine ce corps à passer continuellement de l'un à l'autre de ces points, c'est-à-dire la puissance par laquelle ce corps, considéré en un moment quelconque de sa course, diffère d'un corps identique en repos. Évidemment ce quelque chose qui est dans l'un de ces deux corps et qui n'est pas dans l'autre, ce quelque chose que les mathématiciens appellent la quantité de mouvement, et qui se transforme, si le mobile vient à s'arrêter brusquement, en une certaine quantité de chaleur, ce quelque chose est une réalité distincte de la trajectoire elle-même ; et cependant rien, absolument rien, en dehors de la révélation intérieure de notre âme, ne nous donne le moyen de comprendre ce que peut être cette raison initiale des vertus motrices. L'illustre fondateur de la théorie mécanique de la

chaleur, Robert Mayer, définit la force : tout ce qui peut être converti en mouvement. Aucune formule n'exprime aussi bien le fait de l'indépendance et de la prééminence de la force, et ne renferme un aussi ferme aveu de la réalité essentielle d'une cause préexistante de mouvement. L'idée de force est une de ces formes élémentaires de penser à laquelle nous ne pouvons nous soustraire parce qu'elle est la conclusion nécessaire, le résidu fixe et indestructible de l'analyse du monde dans le creuset de notre esprit. L'âme ne la découvre point par des raisonnements discursifs, et ne se la démontre point à elle-même par voie de théorème ou d'expérience; elle la constate, elle y adhère par une naturelle et invincible affinité. Il faut dire de la force ce que Pascal disait de certaines notions fondamentales du même ordre : « En poussant les recherches de plus en plus, on arrive nécessairement à des mots primitifs qu'on ne peut plus définir, ou à des principes si clairs qu'on n'en trouve plus qui le soient davantage. » Quand on est arrivé à ces principes, il ne reste plus qu'à se contempler soi-même dans un recueillement profond, sans vouloir donner une image à des choses dont l'essence est de ne pouvoir être imaginées. Au point de vue le plus général et le plus abstrait, la matière est donc tout à la fois forme et force, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de différence essentielle entre ces deux modes de la substance. La orme n'est que de la force circonscrite, condensée. La force n'est que de la forme indéfinie, diffuse. Tel est le résultat net des investigations méthodiques de la science moderne, et qui s'impose à l'esprit en dehors de toute préméditation systématique. Il n'est pas indifférent

d'ajouter que le mérite de l'avoir très-distinctement formulé et d'en avoir marqué l'importance, au point de vue de la conciliation future des systèmes, revient à des philosophes français contemporains, et surtout à MM. Charles Lévêque et Paul Janet[1].

II

Si la trame des choses, si l'essence de la matière est une substance unique, à l'appel et sous le charme de quel Orphée ces matériaux se sont-ils rangés, groupés, diversifiés en natures de tant d'espèces? Et d'abord comment l'étendue des corps peut-elle provenir d'un assemblage de principes inétendus? La réponse à cette première question ne nous paraît pas difficile. L'étendue existe antérieurement à la matière. Ce sont deux choses distinctes, sans aucune relation de causalité ou de finalité. La matière ne procède pas plus de l'étendue, que l'étendue ne procède de la matière. Cette simple remarque suffit à résoudre la difficulté de concevoir comment la dimension des objets résulte d'un ensemble de points dynamiques qui n'en ont aucune. L'étendue préexistant à tout, il est clair en effet que quand des énergies primitives s'associent pour donner naissance, par mille complications successives, aux

[1] Voyez les études de M. Charles Lévêque, *la Nature et la Philosophie idéaliste*. — *Revue des deux mondes* du 15 janvier 1867. — *L'Atome et l'Esprit*. — *Revue* du 1er juin 1869. — Voyez aussi *le Matérialisme contemporain*, par M. Paul Janet, in-18, 1865.

2

phénomènes et aux corps, ce qu'elles engendrent vraiment est non pas l'apparence extensive, qui n'est que l'ombre de la réalité, mais bien ce faisceau d'activités variées et diverses qui nous servent à caractériser et à définir les phénomènes et les corps.

Que l'étendue soit une apparence et une image plutôt qu'une propriété essentielle et constitutive des corps, c'est ce qui ne fait plus aujourd'hui l'objet d'aucun doute pour les savants qui sont sortis de l'empirisme. L'étendue des corps est un phénomène qui naît du conflit de la force avec notre esprit. M. Ch. de Rémusat en a donné dès 1842 une première et remarquable démonstration. D'après lui, la force est la cause de l'étendue, c'est-à-dire la sensation de l'étendue est une modification de notre sensibilité, déterminée par des forces analogues à celles qui produisent des sensations d'un ordre plus complexe. Quand vous éprouvez une commotion électrique, vous êtes frappé. La percussion, c'est la sensation d'un contact, en d'autres termes, de l'impulsion de quelque chose d'étendu. Or dans cet exemple, dit M. de Rémusat, la cause de la percussion, l'électricité, n'a pas d'étendue. Donc, ajoute-t-il, ou l'électricité n'est rien, ou elle est une force qui nous affecte d'une façon comparable à l'étendue. Une force dénuée des apparences ordinaires de l'étendue peut donc produire sur nous les effets d'un solide en mouvement[1]. Dans ces dernières années, un profond métaphysicien, M. Magy, a fait voir par des arguments nouveaux que l'étendue corporelle n'est qu'une image qui naît de la réaction interne de l'âme

[1] *Essais de philosophie*, t. II. *De la Matière*, p. 281 et suiv.

contre l'impression sensorielle et que l'âme transfère aux corps extérieurs par une loi analogue à celle qui lui fait localiser dans chaque organe des sens l'impression que cependant elle n'a pu percevoir que dans le cerveau. Toute sensation de saveur, d'odeur, de lumière ou de son est un phénomène de réaction psychologique qui se produit dans l'âme quand elle est sollicitée avec une certaine énergie par l'action nerveuse, laquelle à son tour dépend d'une action extérieure; mais il n'y a aucun rapport de ressemblance entre celle-ci et la sensation qu'elle détermine. L'éther, qui, en vibrant à l'unisson des éléments de notre rétine, provoque en nous des sensations lumineuses, n'a par lui-même rien de lumineux. La preuve, c'est que deux rayons de lumière qui se rencontrent dans certaines conditions peuvent s'annuler mutuellement et produire de l'obscurité. Or, d'après M. Magy, la subjectivité de l'étendue est du même ordre que celle de la lumière. L'étendue en général s'explique par des raisons purement dynamiques, aussi aisément que l'étendue particulière qui sert en quelque sorte de support aux phénomènes lumineux, lesquels résultent manifestement de la vibration des principes inétendus. M. Helmholtz, dans ces dernières publications, adopte complétement cette doctrine de l'étendue corporelle.

On voit ainsi qu'il n'y a pas de difficulté à composer l'étendue avec des forces inétendues et les phénomènes d'extension avec des principes d'action. Mais ce n'est que la première partie du problème, et il importe de remonter maintenant de ces forces inétendues, de ces principes d'action aux manifestations plus ou moins complexes qui, décorations éternelles de l'espace, con-

stituent l'univers infini. Imaginons cet univers rempli d'un nombre aussi grand que l'on voudra de principes actifs, identiques les uns aux autres, uniformément répandus dans l'immensité, et par suite en état d'équilibre parfait. Tout sera endormi dans un sommeil absolu, où la forme sans figure et la force sans ressort seront comme si elles n'étaient pas. Entre une substance homogène, immobile et identique à elle-même dans tous les points de l'espace, et le néant, la raison n'aperçoit aucune différence. Dans un pareil système rien ne pèse, puisqu'il n'y a pas de centre d'attraction ; la chaleur n'y est pas plus possible que la lumière, puisque ces deux formes de l'énergie sont liées à l'existence de systèmes de vibrations inégaux, de milieux diversifiés et de groupements moléculaires variés. *A fortiori* les phénomènes de la vie seront-ils incompatibles avec cette universelle unité de substance, avec cette invariable identité dynamique.

L'existence objective des choses, la réalisation des phénomènes ne peut donc être conçue que comme l'ouvrage d'un certain nombre de différentiations survenant au sein de l'énergie universelle de la matière primitive, qui est le terme de l'analyse du monde. Le mouvement à lui seul suffit à expliquer un premier attribut de cette énergie, à savoir la résistance et par suite l'impénétrabilité, mais à la condition que ce mouvement se fera dans des directions variées[1].

[1] « Toute relation d'action implique au moins la duplicité. C'est déjà une dissemblance, et il y aurait plus de vérité à dire : il n'y a d'action qu'entre les différents. Il faut au moins une différence de lieu entre les mêmes, et encore, en différant de lieu, les mêmes agissent peu les uns sur les autres. Il faut supposer entre eux des forces con-

Deux énergies dirigées en sens contraire et qui viennent à se rencontrer résistent évidemment l'une à l'autre. Il est probable que ce sont des rencontres de ce genre qui ont déterminé les condensations variables de la matière et les agglomérations hétérogènes dont le monde nous offre le spectacle. Le mouvement de rotation imprimé à une masse sans pesanteur ne peut engendrer que des sphères géométriques, lesquelles gravitent les unes vers les autres, par suite de la pression de l'éther interposé. Les expériences célèbres de M. Plateau sont à cet égard décisives. Ce savant physicien introduit de l'huile dans un mélange d'alcool et d'eau ayant exactement la même densité que l'huile elle-même. Il introduit une tige métallique au sein de cette masse d'huile, qui n'est soumise à l'action d'aucune force, et la fait tourner. L'huile prend la forme d'une sphère, laquelle, au moment où la rotation devient très-rapide, se brise et se divise en un certain nombre de sphères plus petites. Les sphères célestes se sont probablement formées de la même façon, et c'est par un mécanisme identique que se produisent les gouttes limpides de rosée qui brillent comme des diamants sur les feuilles des plantes.

Tous les phénomènes physiques, quelle qu'en soit la nature, ne sont au fond que les manifestations d'un seul et même agent primordial. On ne saurait plus méconnaître, dit expressément Sénarmont, cette con-

traires pour qu'un tel phénomène s'accomplisse. En chimie, il n'y a que les différents qui agissent les uns sur les autres. Le spectacle de toute la nature atteste qu'un certain degré de différence entre les corps est nécessaire à l'action des uns sur les autres. » Ch. de Rémusat, *Essais de philosophie*, t. II, p. 33.

clusion générale de toutes les découvertes modernes, quoiqu'il soit impossible encore d'en formuler nettement les lois et les particularités conditionnelles. Si cela est vrai, et nous espérons avoir démontré qu'il en est ainsi, il est clair que les particularités conditionnelles dont parle Sénarmont, c'est-à-dire les manifestations variées de l'agent unique auquel il fait allusion, ne peuvent tenir qu'à des différences dans les mouvements qui l'animent. Or l'existence même de ces différences implique nécessairement une cause ordonnatrice et régulatrice. Mais combien plus une cause pareille devient nécessaire dans les phénomènes chimiques, qui nous montrent tant de complications émanées de l'énergie primitive à laquelle tout se ramène en dernière analyse ! On a vu que la variété des énergies stables et homogènes connues sous le nom de corps simples, et dont le nombre s'élève aujourd'hui à une soixantaine, dépendait de la variété des vibrations qu'exécute chacun de ces petits mondes. Voilà une première intervention d'un principe de différence. Ce principe ne détermine pas seulement la multiplicité des corps simples; il agit dans un même élément avec une telle intensité que ce même élément peut revêtir des propriétés et des attributs fort dissemblables. Quoi de plus hétérogène que le diamant et le charbon, le phosphore ordinaire et le phosphore amorphe? Cependant le diamant et le charbon sont chimiquement identiques, de même pour le phosphore ordinaire et le phosphore amorphe. Ces cas d'isomérie, dont le nombre est considérable, témoignent avec la dernière évidence de l'extrême variabilité dont les groupements de la force sont susceptibles. Quand on

voit les mêmes éléments, unis dans les mêmes proportions de poids, donner lieu tantôt à des matières innocentes, tantôt à des poisons terribles, engendrer dans un cas des produits incolores ou pâles, dans l'autre des couleurs brillantes, on acquiert la conviction que l'étoffe primordiale est peu de chose à côté de la puissance du tisserand qui en arrange les fils, et qui sait d'avance quelle sera la physionomie de la trame. D'ailleurs le principe formel n'éclate pas que dans l'ensemble, il éclate aussi dans les éléments considérés individuellement, puisque chacun de ceux-ci manifeste des tendances, des affinités électives qui attestent un obscur instinct de l'harmonie finale.

Non-seulement il y a une variété prodigieuse dans l'arrangement des atomes qui constituent les molécules et dans la disposition des molécules entre elles, mais encore cet arrangement est soumis aux lois d'une admirable géométrie. Les atomes qui constituent les molécules n'y sont point tassés et confondus sans règle et sans ordre ; ils n'y entrent que dans de certaines proportions et dans de certaines *directions*. M. Marc-Antoine Gaudin a établi dans un ouvrage récent, qui traite spécialement de ces questions délicates, quelques-unes des lois les plus importantes de la géométrie des atomes. Cet ingénieux et persévérant auteur y démontre que toutes les molécules chimiques, qu'elles soient aptes ou non à engendrer des cristaux, sont formées par une agrégation symétrique d'atomes. Ces derniers se disposent en équilibre dans deux directions perpendiculaires entre elles, l'une parallèle à l'axe du groupement et l'autre perpendiculaire à cet axe, de façon à constituer toujours une figure symé-

trique. Les corps les plus compliqués, dès l'instant où ils sont soumis à la loi des proportions définies et constituent des espèces chimiques, sont composés de molécules où les atomes sont groupés en prismes, en pyramides, bref en polyèdres plus ou moins multiples, mais constamment d'une parfaite régularité. La différentiation est donc ici déterminée avec une harmonie merveilleuse.

Il faut franchir maintenant un nouvel échelon et passer de la matière inorganique à la matière vivante. Qu'est-ce qui distingue la seconde de la première? Lorsqu'on prétend s'en tenir aux résultats de l'expérience immédiate, rien de plus aisé que d'établir les caractères différentiels de la matière vivante. D'abord elle est organisée, c'est-à-dire que les éléments anatomiques, au lieu d'être homogènes et symétriques dans tous les points de leur masse, sont constitués par l'association d'un certain nombre de substances diverses où le carbone prédomine, et qu'on appelle des principes immédiats organiques[1]. Ensuite ces éléments se nourrissent. Jamais identiques à eux-mêmes quant à la substance qui les compose, ils sont dans un état d'incessant renouvellement moléculaire, de permanente métamorphose, d'assimilation et de désassimilation simultanées et constantes. Les propriétés diverses que ces éléments peuvent manifester (contractilité, névrilité, etc.) sont

[1] « La structure des composés chimiques n'est soumise qu'à la loi mathématique, tandis que, dans la matière organisée, la loi mathématique a été éludée. Dans les germes et dans leurs produits, il existe un manque de symétrie dans l'axe qui dénote une intention formelle, ou pour mieux dire une *toute-puissance créatrice*. » (Gaudin, *Architecture du monde des atomes*, p. 3.)

enfin, par suite de l'état de nutrition qui les caractérise, dans un état d'équilibre tellement instable que la moindre variation du milieu ambiant suffit à déterminer quelque changement dans l'expression de leur activité; en d'autres termes, elles sont d'une excitabilité, d'une irritabilité excessives. Tel est du moins le domaine dans lequel est enfermée la physiologie; mais ce qu'elle ne constate pas assez, et ce qui pourtant est le trait distinctif de la vie, c'est l'appétition harmonique de toutes les monades vitales, la tendance des énergies biologiques à constituer les groupements dont la fin et la raison se trouvent dans ce qu'on appelle l'*individu*. Les différentiations de la matière inorganique se réalisent dans des molécules qui sont spécifiques, sous quelque masse qu'on les considère. Les différentiations de la matière vivante ne se réalisent que dans des individus dont l'architecture et les proportions sont rigoureusement déterminées. Une barre de fer, un cristal de fer et de la poussière de fer sont toujours du fer. Une substance organique apte à la vie n'est rien tant qu'elle est destituée de connexion avec un organisme. Elle ne peut manifester son activité, elle ne peut agir, c'est-à-dire être, en tant que substance vivante, qu'autant qu'elle a pris place et rang dans un certain ensemble, et contracté certaines solidarités avec d'autres substances plus ou moins analogues. Par elle-même elle ne se distingue point essentiellement de la matière brute. Elle ne reçoit l'investiture et la dignité du rôle vital que du moment où elle est élue dans l'assemblée dont toutes les démarches tendent vers un même but, qui est le fonctionnement de l'organisme et la perpétuité de l'espèce.

Ce qui se passe dans l'ovule est une image réduite de ce qui se passe dans l'univers. Les différentiations qui s'accomplissent dans cette goutte muqueuse sont une copie des différentiations qui se déploient et se déroulent dans l'océan du monde. C'est tout d'abord une masse microscopique, homogène, uniforme dans toutes ses parties, une collection d'énergies identiques les unes aux autres, et dont l'ensemble ne se distingue pas sensiblement d'une goutte de gélatine qui pendrait imperceptible à la pointe d'une aiguille. Cependant bientôt un mouvement sourd agite spontanément ces atomes presque inertes, et ce mouvement se traduit par une première condensation de la matière ovulaire ou vitelline, qui est la vésicule germinative. Celle-ci disparaît, mais en même temps de nouvelles vibrations disposent les molécules de ce microcosme diaphane et amorphe selon des groupements plus complexes. La substance vitelline se gonfle vers la périphérie, où elle constitue les globules polaires, tandis qu'au centre elle se concrète pour donner naissance au noyau vitellin. Celui-ci à son tour se partage, se segmente en un grand nombre de noyaux secondaires, autour de chacun desquels la masse ovulaire se répartit en se contractant. Au lieu d'une seule cellule, l'ovule, qui a grandi, se trouve en contenir maintenant un grand nombre. Ces cellules dites blastodermiques tendent alors à se disposer en deux couches, en deux feuillets adossés, au sein desquels apparaissent et se développent peu à peu les éléments de l'embryon, conformément à un processus où les forces devenues formes vont engendrant et multipliant sans cesse de nouvelles forces et de nouvelles formes.

Or les séparations, les distributions, les ordinations, les hiérarchies, les harmonies qui s'établissent dans l'ovule pour constituer peu à peu l'édifice de l'embryon, révèlent un principe de différentiation analogue à celui qui, de la masse confuse des énergies cosmiques, a fait sortir la variété infinie des spectacles actuels. Il y a, comme beaucoup de biologistes l'avaient pressenti et comme a eu la gloire de l'établir définitivement M. Coste dans un ouvrage qui est un des plus beaux monuments scientifiques de ce siècle, il y a une force qui réalise, dirige, anime les formes de la matière organisée dans l'œuf. Tous les œufs se ressemblent à l'origine. Il y a, entre ceux qui donneront un lion et ceux qui donneront une souris, similitude absolue de structure et de substance. La forme est identique, quoique l'avenir de cette forme soit différent. C'est que, comme le dit très-bien M. Coste, « sous cette forme et au delà de ce que l'œil saisit, il y a quelque chose que l'œil ne peut atteindre et qui renferme en soi la raison suffisante de toutes les différences que l'unité de configuration nous dissimule, différences qui plus tard seulement se trouveront visibles[1]. » Cette idée directrice, que M. Coste a mise en lumière et qui est acceptée aujourd'hui par tous les physiologistes, procède aussi peu des énergies élémentaires de la nutrition que le tableau du peintre des couleurs de sa palette. Cependant rien dans l'ovule n'en trahit la secrète et puissante virtualité. M. Claude Bernard, qui a reproduit à ce sujet les idées

[1] *Histoire générale et particulière du développement des êtres organisés*, 1847, introduction, p. 31.

de M. Coste, insiste beaucoup sur la force ordonnatrice qui est dans l'œuf, et les savants qui, comme M. Robin, n'admettent pas cette force en tant qu'agissant sur l'ensemble des éléments de l'embryon la considèrent du moins comme divisée, répartie et agissant dans chacun de ces éléments, ce qui au fond est identique. On voit en tout cas qu'il y a, au plus profond et dès l'ébauche la plus rudimentaire de l'être organisé, le concept défini et assuré des différences électives et des solidarités synergiques dont le système constituera l'individu. Le coefficient différentiel de la matière organisée est donc d'un ordre plus élevé que celui de la matière minérale. C'est ce qui ressort, avec une évidence particulière, de l'impuissance chaque jour plus manifeste de la science expérimentale à convertir en énergies d'ordre vital les activités physico-chimiques. Quand même cette conversion pourrait être réalisée, et il n'est pas métaphysiquement impossible qu'elle le soit, l'existence d'un principe spirituel de différentiation n'en serait nullement ébranlée. Jusqu'ici du moins elle paraît hors de la portée des hommes.

Ce qui échappe bien plus encore à leur industrie et ce qui leur commande en même temps la plus profonde admiration, c'est ce degré suprême à la fois de complication et d'épuration de l'énergie qui est l'âme. La pensée humaine est le résumé de toutes les énergies de la nature, puisqu'elle les assimile toutes, en les distinguant, par le travail qu'elle opère sur les sensations. Les sensations sont à la pensée ce que les aliments sont à la nutrition. La nutrition n'est pas un résultat de l'alimentation; la pensée n'est pas un résultat des sensations. L'une, en façonnant les organes

vivants, détermine la différentiation des formes concrètes de la substance de l'individu; l'autre, en façonnant les idées générales, détermine la différentiation des forces abstraites du monde. C'est ainsi que l'énergie pensante est aussi supérieure aux sensations que l'énergie nutritive l'est elle-même aux aliments. On pourrait, dans un autre ordre, comparer l'âme à un papier couvert de caractères tracés avec cette encre qu'on appelle sympathique. A la température ordinaire, ces caractères sont invisibles; mais sitôt qu'on les approche du feu, ils apparaissent avec une belle couleur. De même l'âme a en soi des traits obscurs et des figures confuses que la sensation colore et fait resplendir. On a vu que dans cette goutte muqueuse, d'un dixième de millimètre de diamètre, qu'on appelle l'ovule, sont endormies et enchaînées les forces et les tendances de toute la vie nutritive et intellectuelle de l'homme. Semblablement, dans cette énergie sans figure et sans étendue, qui est l'âme, réside un exemplaire en miniature de l'univers entier, et, par je ne sais quelle grâce de Dieu, comme un songe de ce Dieu lui-même! La pensée consiste à reconnaître tous les détails de cette miniature et à en découvrir la signification. Ainsi ce qui fait toute la réalité des choses matérielles, c'est la forme, et la forme, telle qu'elle nous apparaît dans le monde, est à la fois un principe de différentiation et un principe d'harmonie, c'est-à-dire l'ouvrage d'une intelligence. Le corps et le mouvement sont de purs phénomènes. Le premier n'est qu'une image de la substance, le second une image de l'action; mais substance et action ne sont l'une et l'autre que des effets de la force intelligente, c'est-à-dire de l'activité qui agit en vue

d'un résultat. Seulement cette activité présente des degrés infiniment variés de concentration, et l'on peut dire, avec M. Maudsley : un équivalent de force chimique correspond à plusieurs équivalents de force inférieure, et un équivalent de force vitale à plusieurs équivalents de force chimique. C'est ainsi que la science moderne délie le nœud gordien de la constitution de la matière.

III

Une première vue du monde, exclusivement analytique, nous a conduits à une première et indéniable certitude, l'existence d'un principe d'énergie et de mouvement. Une seconde vue de l'univers, exclusivement synthétique, nous conduit, comme on vient de le voir, à une seconde certitude qui est l'existence d'un principe de différentiation et d'harmonie. Ce principe, c'est ce qu'on appelle l'esprit. Aussi l'esprit n'est pas la substance, mais il est la loi de la substance. Il n'est pas la force, mais il est le révélateur de la force. Il n'est pas la vie, mais il fait valoir la vie. Il n'est pas la pensée, mais il est la conscience de la pensée. Un célèbre savant anglais, M. Carpenter, l'a dit récemment avec une ferme netteté : *l'esprit est la seule et unique source de puissance.* Bref, il n'est pas la réalité, mais c'est en lui et par lui que les réalités se déterminent, se différencient, et, par suite, existent. Au lieu de dire que l'esprit est une propriété de la matière, il faut dire

que la matière est une propriété de l'esprit. De tous les attributs de la matière, il n'en est en effet pas un, non, pas un seul, qui ne lui soit conféré par l'esprit. La véritable explication, la seule philosophie de la nature est donc une sorte de dynamisme spiritualiste, bien différent du matérialisme ou du mécanisme de certaines écoles contemporaines.

Le matérialisme est faux et incomplet parce qu'il s'arrête aux atomes, dans lesquels il localise des propriétés dont ces atomes ne fournissent aucune raison, et parce qu'il méconnaît la force et l'esprit, qui sont le seul moyen pour nous, étant donnée la structure de notre âme, de concevoir l'activité et la phénoménalité des êtres. Il est faux et incomplet parce qu'il s'arrête en chemin et considère comme simples et irréductibles des facteurs composés et réductibles; il est faux et incomplet parce qu'il prétend représenter le monde par des images, sans essayer d'interpréter la production de ces images. Bref, il voit la cause de la diversité où elle n'est pas, et ne la voit pas où elle est. La source des différentiations ne peut être dans l'énergie elle-même; il faut qu'elle soit dans un principe distinct de cette énergie, dans une volonté et une conscience supérieures dont nous n'avons sans doute qu'une obscure et imparfaite idée, mais dont nous pouvons cependant affirmer qu'elles ont quelque analogie avec la lumière intérieure qui est en nous, que nous projetons hors de nous, et qui nous révèle, par son contact mystérieux avec l'extérieur, l'ordre infini du monde[1].

[1] « Cette cause, moule ou type de toutes les constitutions des êtres

Le danger du matérialisme n'est point, comme on incline parfois à le croire, de corrompre les mœurs en abaissant l'âme. On a trop souvent abusé contre ce système de l'apparente facilité avec laquelle ceux qui le professent sont convaincus de couper à sa racine le principe même de la moralité et du devoir. L'histoire prouve, par de trop néfastes exemples, que la sauvagerie et la licence ne sont le privilége d'aucune secte philosophique. Les vrais ennemis de la société ont été de tout temps et seront toujours les ignorants et les fanatiques, et il faut bien reconnaître que, s'il en existe au sein du matérialisme, il s'en trouve aussi en dehors. Le péril de la doctrine qui, renversant le rapport naturel des choses, affirme que l'esprit est un produit de la matière tandis que la matière est un produit de l'esprit, le péril est ailleurs : le matérialisme est funeste au développement des sciences expérimentales elles-mêmes. Si l'exemple des hommes de génie pouvait être invoqué en pareil cas, de quelle éloquence ne serait point le témoignage des deux plus grands physiciens de ce siècle, Ampère et Faraday, tous deux si ardemment convaincus, si religieusement épris de la réalité du monde invisible ? mais il y a d'autres arguments. « Tout ce que nous voyons du monde, dit Pascal, n'est qu'un trait imperceptible dans l'ample sein

dit M. de Rémusat dans un écrit célèbre sur la matière, cette nature générale, origine ou principe de toutes les natures, cette force qui façonne, spécifie, caractérise toutes les sortes d'êtres, ne peut se concevoir comme une propriété constante de l'être, parce que c'est de leur diversité qu'elle doit rendre compte. Là est à mon avis la plus grande preuve de la présence d'une volonté et d'une intelligence exerçant leur pouvoir dans toute la nature. »

de la nature. » La prétention de l'empirisme est de condamner l'homme à la vision immobile et obstinée de ce trait. Quelle misère! L'histoire entière du développement des sciences prouve que les découvertes importantes procèdent toutes d'un sentiment opposé, qui est celui de la continuité des forces en dehors des limites de l'observation, et de l'harmonie des rapports, supérieure aux singularités et aux anamorphoses des expériences isolées. Ne pas sortir de ce qui se calcule, se pèse et se démontre, n'en croire que le témoignage et s'enfermer dans la prison des sens, réduire au silence ou dédaigner les suggestions de l'esprit, notre seule vraie lumière, puisqu'il est une étincelle de la flamme qui vivifie tout, c'est — qu'on le nie ou qu'on l'avoue — la condition et l'infériorité du matérialisme. La raison seule conçoit la fixité, la généralité et l'universalité des rapports, et tous les savants admettent que la destinée de la science est d'établir des lois qui aient ces trois caractères; mais admettre cela, c'est reconnaître implicitement que les détails morcelés, incohérents, imparfaits, relatifs, doivent subir dans le creuset de l'esprit une épuration, une conversion totale, d'où ils sortent avec une physionomie et une signification si nouvelles que ce qui paraissait le plus important est devenu ce qu'il y a de plus accessoire, et que ce qui semblait le plus éphémère a pris rang parmi les choses éternelles.

La conception des atomes date de la plus haute antiquité. Leucippe et Démocrite, les maîtres d'Épicure, enseignaient, plusieurs siècles avant Jésus-Christ, que la matière est composée de corpuscules invisibles, mais indestructibles, dont le nombre est infini comme

la grandeur de l'espace dans lequel ils sont répandus. Ces corpuscules sont solides, doués de figure et de mouvement. La diversité de leurs formes détermine la diversité de leurs mouvements et de leurs modes d'agrégation et par suite de leurs caractères. La conception d'un principe qui règle ces diversités, c'est-à-dire d'une intelligence comme cause suprême de différentiation, n'est pas moins ancienne. « Tout était mêlé, dit Anaxagore de Clazomène; une intelligence survint et ordonna tout. » Platon, après avoir défini la matière un être très-difficile à comprendre, lieu éternel, ne périssant jamais et servant de théâtre à tout ce qui commence d'être, ne tombant pas sous les sens, mais perceptible pourtant, et que nous ne faisons qu'entrevoir à travers un songe, nous dit que le suprême ordonnateur « prit cette masse qui s'agitait d'un mouvement sans frein et sans règle, et du désordre fit sortir l'ordre. » Et cette ordination est réalisée conformément aux idées, aux prototypes des choses, dont l'ensemble constitue l'essence divine elle-même. Les activités du monde sont le reflet des idées de Dieu. A ces deux notions fondamentales, l'une de l'atomisme, l'autre de l'idéalisme, Aristote en ajouta une troisième, celle du dynamisme. D'après lui, la matière indéterminée au plus haut degré d'abstraction est sans attribut. Si elle tend toujours à la forme, à l'acte, c'est qu'il y a en elle un principe de puissance, une force. La force est, pour Aristote, le principe de la forme. Celle-ci est substantielle. Voilà toute la philosophie ancienne touchant le monde. La philosophie moderne n'a rien enseigné d'autre. L'atomisme, accru et fortifié par Descartes à qui Newton

l'emprunta, est au fond identique à celui des maîtres d'Épicure. Le dynamisme de Leibniz n'est, de même, qu'une restauration de celui d'Aristote. Et tout comme Descartes et Leibniz reproduisent les vieux maîtres helléniques, la science contemporaine recommence Descartes et Leibniz.

Mais quoi ! dira-t-on, toujours se répéter, ne jamais inventer, serait-ce la destinée fatale de la métaphysique ? Doucement ! Ces répétitions enferment un perfectionnement continu. La vérité ancienne s'est maintenue dans sa teneur initiale, mais elle a été constamment éclairée et précisée dans la suite des temps par les efforts heureux du génie spéculatif. L'atomisme grec avait une lacune énorme que Descartes a comblée en inventant l'éther, la plus merveilleuse des créations modernes. Le dynamisme d'Aristote était indéterminé, et Leibniz l'a déterminé en montrant que le type et la source de la force n'est et ne peut être que l'esprit. Il a ramené la notion de puissance à la notion d'âme. Et de nos jours, qu'a-t-on fait? On a calculé les mouvements, on a pénétré l'industrie de ce subtil éther, on a prouvé l'indestructibilité absolue de l'énergie, on a démontré par des exemples nombreux l'identité fondamentale des vertus appétitives et électives, de la chimie et de la cristallographie, avec celles que révèle la psychologie. L'avenir de la science et de la métaphysique est là. Toutes deux suivront dans leur développement futur la même voie qu'elles suivent depuis le premier jour. Elles n'ont jamais, comme Pénélope, détruit le lendemain l'ouvrage de la veille. Elles ont constamment et progressivement poursuivi le même but, à savoir la conception

des principes invisibles et de l'essence idéale des choses. Ce but restera l'objet de leur ambition jamais satisfaite. Au fur et à mesure que nous irons, elles s'attacheront à définir plus clairement et à mettre dans un relief plus saisissant les forces primitives et les activités élémentaires vaguement entrevues dès l'aurore de la pensée. Jamais infidèles à elles-mêmes, elles représenteront toujours, à quelque moment de l'histoire qu'on les examine, l'âme humaine invariable en sa nature, en ses aptitudes et en ses espérances. Qu'elles ne se prennent point à considérer avec mélancolie l'œuvre du passé et ne se demandent point s'il en restera un jour quelque chose. Tout en restera, et c'est ce qui fait la consolation et le courage de ceux qui cherchent à accroître la somme des connaissances.

Ce n'est pas seulement avec les inductions les plus hardies et les découvertes les plus brillantes de la science contemporaine aussi bien qu'avec les vérités les plus antiques et les croyances les plus instinctives de l'humanité que s'accordent les conceptions actuelles sur la matière, c'est encore avec les convictions plus hautes, plus chères et non moins légitimes, qui constituent le patrimoine moral et religieux, et la noble prérogative de notre nature. La science la plus avancée ne répudie aucune des traditions et n'élève d'objection contre aucun des grands et durables sentiments des âges passés. Au contraire, elle confère le caractère de la certitude à des vérités jusqu'alors destituées de preuves convenables, et soustrait aux atteintes du scepticisme tout ce qu'il convoitait comme sa proie. Aucune preuve de l'immortalité de l'âme ne vaut celle

que nous avons tirée[1] de la simplicité et de l'indestructibilité nécessaires de tous les principes d'énergie. Rien ne dépose en faveur de la majestueuse réalité de Dieu aussi fortement que le spectacle des différentiations harmoniques qui règlent l'ordre infini des forces et déterminent l'unité synergique du monde. C'en est assez pour établir que la grandeur morale et la dignité intellectuelle d'une nation devront toujours être mesurées au degré de l'estime et du crédit dont y jouissent les hautes spéculations métaphysiques, et en particulier celles qui ont trait à la constitution de la matière. Spéculer sur la constitution de la matière est le meilleur moyen d'apprendre à connaître l'esprit et de comprendre que tout s'y ramène, parce que tout en dérive.

[1] Voyez le chapitre sur *la Physiologie de la mort*, à la fin du volume.

LA PHILOSOPHIE DE LA NATURE

ET LES IDÉES DE LEIBNIZ[1]

Aujourd'hui que la science fournit des clartés inattendues pour la solution des problèmes à la fois les plus délicats et les plus élevés de la philosophie naturelle, les grands systèmes de métaphysique deviennent l'objet d'une intéressante révision. Oubliés ou méprisés par une science exclusivement expérimentale, abandonnés aux conventions d'une critique immobile, ces systèmes n'avaient plus que la valeur de documents d'érudition. Soumis à un examen nouveau, à une exégèse pénétrante, ils font voir maintenant des parties dignes de l'attention du savant, qui y trouve des conclusions toutes formulées pour ses expériences, plus compréhensives qu'autrefois. Un mouvement de ce genre se prononce à l'heure qu'il est en faveur de la philosophie de Leibniz. Sous l'incubation de la science moderne, les germes enfouis de cette philosophie s'étaient lentement développés, et les voici qui éclosent avec une remarquable vitalité. La conception du

[1] *Revue des deux mondes*, du 15 mars 1871.

penseur de Hanovre sur les principes des âmes et des corps apparaissant décidément comme la plus vraisemblable et la plus plausible, on est contraint de renoncer au sentiment qu'on a eu longtemps de ces choses, et on en adopte un nouveau qui lève bien des difficultés, de l'aveu des savants et des métaphysiciens tout ensemble. Et cette conformité entre les maximes de Leibniz et les résultats de l'investigation la plus récente n'existe pas seulement dans la philosophie générale de la nature, elle s'étend aux sciences particulières, où l'on rencontre souvent la réalisation des conjectures de l'auteur des *Nouveaux Essais*. Ces sciences arrivent ainsi par une voie lente à reconnaître les vérités que le penseur saisissait dans une opération rapide. On n'en est que plus surpris du spectacle de ce hardi génie, qui, comme s'il était entré dans la confidence de l'absolu, pénètre avec tant de spontanéité dans la connaissance des ressorts cachés du monde.

L'esprit de Leibniz ne comportait en effet ni la précision géométrique, ni la persévérance rigide de celui de Descartes. Toutes les idées de Descartes sont méthodiquement déduites, tous ses systèmes sont sévèrement ordonnés; il a le respect de la ligne exacte et du dessin pur. Leibniz a les allures d'un coloriste; il procède sans règle, sans discipline, sans suite, presque par saillies, énonçant ses idées çà et là, au gré de sa fantaisie, au fur et à mesure que la méditation et l'élan intuitif les lui suggèrent. Constamment diverti d'une pensée à l'autre, il se répand sur les sujets variés qui l'attirent, au lieu de disposer ses conceptions dans un régulier ensemble. La philosophie pa-

raît être pour lui l'opposé des fastidieuses recherches d'érudition auxquelles il donne une attention soutenue, et des polémiques où il déploie une activité prodigieuse. Il aime l'action et le commerce de la société. Il veut être homme d'État. S'il se livre à la métaphysique, il traite avec aisance, mais en quelque sorte à la dérobée, les questions les plus complexes et les résout dans de profondes sentences. Aussi bien ce n'est pas la grande affaire de sa vie, c'en est le noble divertissement. Au fond, Descartes et lui ne sont pas moins opposés. Ils ne s'entendent ni sur les méthodes, ni sur les conclusions. Ils diffèrent sur les causes premières, sur les causes finales, sur l'homme, sur le monde, sur l'âme, sur Dieu. Le démon de la géométrie, qu'on accuse d'avoir été le mauvais génie de Descartes, n'a jamais tourmenté Leibniz; sa philosophie n'en procède point. N'importe, cette philosophie est un astre qui, après une apparente éclipse, se lève de nouveau et nous éclaire. A sa lumière et peut-être à leur propre insu, les sciences acquièrent une puissance inattendue et se fortifient de salutaires inspirations. Quelque temps qu'en doive durer la révolution, il aura, en parcourant son orbe, dirigé les travaux les plus féconds. C'est ce que nous nous proposons de montrer; mais d'abord il faut rappeler les principes fondamentaux de la métaphysique de Leibniz et l'ensemble trop peu connu de ses doctrines scientifiques.

I

Nos sens sont frappés par une infinité de phénomènes emmêlés et enchevêtrés, notre esprit est un mobile océan sans bornes, tout plein d'impressions, de pensées et de désirs. Par quel moyen arrivons-nous à concevoir quelque chose de simple, de distinct, dans cette immensité confuse? Par une incessante réflexion de l'extérieur sur nous-mêmes et de nous-mêmes sur l'extérieur. Nous séparons d'abord le *moi* du *non-moi*, et cette opération nous fait apercevoir une différence profonde entre ces deux termes. Le non-moi, l'extérieur, nous montre immédiatement, au point de vue le plus général des mouvements et des figures, quelque chose de purement géométrique; mais nous y découvrons aussi un autre élément plus caché, que Leibniz considère excellemment : c'est la résistance, le ressort, la force intime et latente. Au fond des apparences phénoménales, que Descartes ramène à des points dits matériels et à du mouvement, le philosophe de Hanovre signale une notion bien différente, celle « de la force non-moi », comme s'exprime Maine de Biran, en vertu de laquelle l'objet extérieur résiste à l'effort voulu, le limite, le détermine, et réagit contre notre propre force autant que celle-ci agit pour le surmonter. Soit que cette résistance se manifeste directement dans l'aperception immédiate de l'effort que le

moi exerce hors de lui, soit que l'esprit l'induise d'un autre sentiment, cette force est en définitive conçue à l'instar du moi, comme une catégorie pure et absolue, sans forme sensible. Cette force active, selon Leibniz, diffère de la puissance nue familière à l'école, en ce que la puissance active, ou *faculté* des scolastiques, n'est autre que la possibilité prochaine d'agir, qui a encore besoin, pour passer à l'acte, d'une impulsion étrangère; mais la force active comprend une sorte d'*entéléchie* qui tient le milieu entre le pouvoir d'agir et l'action elle-même, et opère aussitôt que l'obstacle est supprimé. C'est ce que rend très-sensible l'exemple d'un poids tendant la corde qui le soutient ou d'un arc bandé. D'autre part, on ne saurait assigner en quoi un corps en mouvement diffère, en chacun des lieux qu'il occupe, de ce qu'il est au repos, si l'on n'ajoute qu'en chacun de ces lieux il *tend* à aller plus loin.

L'esprit perçoit ainsi, par le moyen de l'abstraction métaphysique, les capacités primitives d'activité, les entéléchies, les puissances qui donnent à la substance ses caractères dynamiques. Leibniz regarde ces capacités, qu'il appelle aussi des *monades*, comme les principes réels et absolus dont la somme est toujours égale dans la nature, tandis que celle du mouvement y varie. Toute phénoménalité se résout dans ces unités substantielles dont le nombre est infini, et qui sont le seul moyen de concevoir les corps et les âmes. Les *atomes de matière* sont contraires à la raison, outre qu'ils sont encore composés de parties, puisque l'attachement invincible d'une partie à l'autre n'en détruirait point la diversité. Il n'y a que les *atomes de*

substance, c'est-à-dire les unités réelles et absolument destituées de parties, qui soient les sources des actions, les premiers principes de la composition des choses et comme les derniers éléments de l'analyse des substances. On les pourrait appeler, d'après Leibniz, des *points métaphysiques :* ils ont quelque chose de vital et une espèce de perception, et les *points mathématiques* en sont le point de vue pour exprimer l'univers ; mais quand les substances corporelles sont resserrées, leurs organes ensemble ne font qu'un *point physique* à notre égard. Ainsi les points physiques ne sont indivisibles qu'en apparence ; les points mathématiques sont exacts, seulement ce ne sont que des modalités. Il n'y a que les points métaphysiques ou de substance (*formes* ou *âmes* de Leibniz) qui soient exacts et réels, et sans eux il n'y aurait rien de réel, puisque sans les véritables unités il n'y a pas de multitude.

Les points substantiels ou monades, sans étendue ni figure, sont donc proprement les forces internes et spécifiques des choses. Nous les concevons, nous ne les imaginons point. De même que, sans les signes du langage, nous serions incapables de science, de même, sans l'appui des représentations sensibles que fournissent le corps et le mouvement, nous ne pourrions pas connaître la force. Nous n'en sommes pas moins contraints d'inférer que celle-ci est la réalité dont le corps et le mouvement ne sont que les images concrètes et sensibles, non intelligibles. En résumé, il y a dans le monde plus que les manifestations phénoménales, plus que les formes visibles, plus que le mouvement exprimé ; il y a l'énergie, le ressort, l'activité cachée qui sommeille, la puissance interne con-

centrée et condensée, toujours prête à se traduire en d'innombrables apparences. Imperceptibles et inétendues, les forces mères, sources fécondes de toute action et de toute vie, constituent, dans la doctrine de Leibniz, l'essence même des choses.

Comment ces forces engendrent-elles les corps et les âmes, et quels sont les rapports de ces derniers? Leibniz développe à ce sujet des idées entièrement originales. Les âmes sont des monades d'une espèce plus parfaite et d'une activité supérieure, principes de toutes les énergies qui se traduisent plus spécialement par l'organisation, la vie, la pensée, etc. Il y a des âmes partout, sinon des âmes pensantes, au moins des forces capables de déterminer des apparences quasi vitales. Leibniz tient ainsi que le nombre des âmes est infini, et qu'il n'y a point de portion de matière, si petite qu'elle soit, où l'on ne trouve encore une entéléchie vivante; mais de même que les monades de la matière brute s'expriment par celle-ci, les monades de la matière organisée s'expriment par l'organisation. La perfection de la substance est en raison de celle du ressort. Tandis que Descartes sépare essentiellement l'âme du corps, Leibniz ne peut les concevoir séparés. Il dit expressément dans les *Nouveaux Essais* : « L'âme n'est jamais séparée de tout corps, » et il écrit à Arnauld : « Notre corps est la matière, et l'âme est la forme de notre substance. » On retrouve des propositions identiques dans plusieurs de ses ouvrages, particulièrement dans la *Monadologie*. L'âme raisonnable doit être distinguée de l'âme sensitive. Les animaux, à l'état de germes, n'ont que des âmes sensitives; mais dès que ces germes sont élus et

parviennent à la nature parfaite, leurs âmes sensitive sont élevées à la prérogative de la raison.

L'âme raisonnable est pour Leibniz la suprême révélatrice. Le fondement des choses est, selon lui, partout le même, et nous devons tout juger d'après ce qui nous est connu, d'après l'âme. Notre moi est en fait l'unique substance dont nous ayons la conscience immédiate. L'unité réelle que nous sentons en lui, nous devons la transporter aux autres substances, de même que nous devons juger la force non comme un objet des sens et de l'imagination, mais d'après le type que nous en trouvons dans la volonté. On peut concevoir la substance spirituelle à un nombre infini de degrés divers qui peuvent être soit supérieurs, soit inférieurs au moi; on ne peut rien concevoir d'actif qui ne lui fût analogue. Toutes nos idées procédant d'une intime réflexion sur nous-mêmes, nous ne saurions rien de l'être, si nous ne trouvions l'être en nous-mêmes. C'est dire que l'intelligence a en soi des notions primordiales qui sont le point de départ et la condition de toutes les autres. En d'autres termes, c'est déclarer qu'il y a dans l'esprit des notions antérieures à l'expérience, dépendant de la constitution même de cet esprit. Aristote et Locke avaient comparé l'âme à une table rase où les sens et l'expérience viennent inscrire leurs renseignements. Leibniz établit qu'elle contient originalement les principes de plusieurs notions et doctrines que les objets externes réveillent seulement dans les occasions. Avec Platon, avec saint Paul, quand il marque que la loi de Dieu est écrite dans les cœurs, avec Scaliger, qui les nommait *semina æternitatis*, l'auteur de la *Monadologie* admet ces concepts fonda-

mentaux de l'entendement comme assises de toute connaissance. Il les compare à des feux vivants, à des traits lumineux cachés au dedans de nous, et que la rencontre des sens et des objets externes fait paraître comme des étincelles jaillissant au contact de la pierre et de l'acier. Et ces éclats sont visibles surtout dans ce don d'apercevoir la liaison des choses, c'est-à-dire dans la raison.

Cette âme, cette monade éminemment active, dans quels rapports se trouve-t-elle avec les monades d'ordre inférieur, avec les éléments du corps? Selon Leibniz, la masse organisée par où se manifeste l'âme, étant d'une nature fort rapprochée, agit réciproquement d'elle-même, quand l'âme le veut, sans que l'un trouble les lois de l'autre, les esprits et le sang ayant justement alors les mouvements qu'il leur faut pour répondre aux passions et aux perceptions de l'âme. C'est ce rapport mutuel, réglé par avance dans chaque substance de l'univers, qui en produit la communication, et qui fait en particulier l'union de l'âme et du corps. On peut entendre par là que l'âme a son siége dans le corps par une présence immédiate et intime, car elle y est comme l'unité est dans la multitude. L'âme, monade pensante, agit concurremment avec les monades subalternes, mais vitales encore, qui, en même temps qu'elle, s'expriment par la substance organisée où la pensée a son siége. L'âme est en relation avec les activités inférieures de la vie, comme celles-ci le sont avec les activités les plus sourdes de la matière brute, dans une concomitance qui n'est pas une dépendance.

Il faut maintenant s'élever plus haut, rechercher les

rapports et la solidarité des monades dans l'univers. Trois principes, celui de *l'harmonie préétablie*, dont nous venons de parler, celui de *continuité* et celui de *la raison suffisante*, sont ici le fonds de la métaphysique leibnizienne. L'harmonie préétablie n'exprime pas autre chose que le fait indéniable de la conjonction de toutes les monades dans l'univers. Notre esprit aperçoit entre elles une infinité de relations dont il ne saisit point la nécessité physique. Il ne sait pas pourquoi deux monades agissent ensemble ou l'une sur l'autre pour déterminer un résultat quelconque. Il ne peut expliquer comment les monades d'ordre inférieur influent sur celles d'ordre supérieur, celles du corps sur celles de l'âme et réciproquement. Bref, comme l'a montré Hume, nous n'apercevons aucun lien logique et nécessaire entre les phénomènes qui se succèdent dans la suite des relations de cause à effet. Cependant nous sommes sûrs que pas une molécule du monde n'est étrangère aux autres, que pas une n'est isolée de l'ensemble, que toutes sont conjointes et fonctionnent dans le tourbillon de l'existence totale. Nous observons que tout effet dépend d'une infinité de causes, et que toute cause a une infinité d'effets. Le concours, la conspiration, le *consensus* de toutes les monades vers un ordre régulier prouve évidemment une harmonie établie entre leurs activités essentielles. Il y a un parfait accord en vertu duquel chaque substance, suivant ses propres lois, se rencontre dans ce que demandent les autres. Cette harmonie cache pour Leibniz autre chose que de simples rapports de causalité. Il voit dans les relations des monades des influences du genre de celles de l'âme

sur le corps; il croit qu'elles ont un certain sentiment intuitif les unes des autres, une sorte d'aperception de ce qui n'est point elles. Il pense que, se sentant mutuellement, elles manifestent une sorte d'irritabilité plus ou moins consciente à l'égard de leurs vertus réciproques. Il considère même que, recevant l'impression harmonique du monde entier dont elles sont facteurs, elles le reflètent de quelque façon et en expriment la loi. Chaque substance, dit-il, est perceptive et représentative du monde entier, suivant son point de vue et ses impressions. C'est un miroir de la beauté de l'univers. Un poète persan avait déjà dit : « Fendez un atome et vous y trouverez un soleil. » En un mot, les monades, quoique possédant chacune en soi un principe propre d'activité et de direction, agissent ensemble dans une synergie régulière. Mais quel lien les joint? Ces rapports que nous apercevons entre elles ne sont-ils que des rapports de raison? Existe-t-il des relations nécessaires des unes aux autres? Comment l'unité règne-t-elle dans le monde? C'est la suprême inconnue de notre science et l'un des arguments leibniziens en faveur de l'existence de Dieu. Dieu fait la liaison, la communication des substances. De plus ces substances, logiquement associées, bien que jouant chacune un rôle distinct, tendent vers un but final.

La loi de continuité montre de nouvelles relations plus étroites entre les monades et détermine la gradation de leurs états divers. Les traits de l'avenir sont formés par avance, et les traces du passé se conservent toujours dans chaque substance. Par là, tout événement émane de ceux qui le précèdent. D'autre part, les monades, dans leurs diversités infinies, se

suivent sans lacune depuis la plus rudimentaire jusqu'à la plus parfaite. La progression, que nous concevons dans les quantités abstraites de la mathématique, existe entre les quantités réelles du monde, qui sont les monades de toute espèce. La force, la vie, la volonté, sont réparties en proportions variées à tous les degrés de cette immense série, en bas sourdes et imperceptibles, en haut puissantes et fécondes. Le passage des monades inférieures aux supérieures se fait graduellement par mille intermédiaires. Les principes des corps vont se perfectionnant de plus en plus, et ne diffèrent point essentiellement de ceux des âmes auxquels ils se rattachent. Les âmes à leur tour sont nombreuses, et obéissent aussi à une loi de progrès. Il y a ainsi une quantité immense de degrés de vie se dominant plus ou moins les uns les autres, depuis l'obscure activité de l'atome de sable jusqu'à la puissance souveraine de l'esprit absolu. Descartes avait dit que tous les faits de la nature s'entre-suivent comme des vérités géométriques. Leibniz nous montre dans les choses un ordre plus profond et plus général. Tout est proportionné, analogue, harmonique ; tout se tient, tout se continue suivant un enchaînement ininterrompu. De la sorte, il n'y a plus deux mondes distincts, celui de la nature et celui de l'esprit. Les substances spirituelles font partie de la même série que les corporelles. Il n'y a des unes aux autres que des différences de degré.

Le principe de la raison suffisante nous découvre l'économie stricte des choses. Rien ne se fait sans raison dans la nature ; mais elle ne prodigue pas les raisons. Elle choisit toujours les voies les plus courtes,

Magnifique dans les effets, ménagère dans les causes, elle produit le maximum de travail avec le minimum de force. Les raisons du monde, d'après Leibniz, sont cachées dans quelque chose d'extramondain différant de l'enchaînement des états, de la série des substances dont l'agrégat constitue le monde. Il faut donc passer de la nécessité physique ou hypothétique, qui détermine l'état postérieur du monde suivant un état antérieur, à la nécessité absolue ou métaphysique, dont on ne puisse pas rendre raison, et cette dernière raison est celle de toutes les autres. Comme l'a dit un savant interprète de la doctrine de Leibniz[1], la pensée, la volonté, sont au fond de tout; les phénomènes à tous leurs degrés n'apparaissent en somme que comme autant de réfractions dans des milieux diversement troubles de l'unique et universelle lumière. Lumière qui brille surtout dans notre âme, puisque celle-ci est le foyer où se concentrent les rayons partout dispersés de cet éclat diffus. D'action en action, de puissance en puissance, il nous faut remonter ainsi jusqu'à une puissance qui se suffise enfin à elle seule, c'est-à-dire à une parfaite spontanéité.

Dans le temps comme dans l'espace, toutes choses sont donc soumises à une loi d'inflexible solidarité. Cette idée de voir l'univers dans le microcosme, de considérer l'infiniment grand dans l'infiniment petit, les monades agissant les unes sur les autres, chaque partie portant l'empreinte de l'absolu qui éclate dans le tout et ce tout s'acheminant, dans une synergie grandiose, vers un but dont notre intelligence n'a

[1] M. Ravaisson, *Philosophie en France au dix-neuvième siècle.*

peut-être qu'une obscure vision, mais dont elle a le vif sentiment, — cette idée est la gloire de Leibniz. C'est le déterminisme dans sa plénitude compréhensive. Descartes, lui aussi, avait conçu le monde conformément à des lois supérieures; seulement il avait enfermé ces lois dans les limites du mécanisme. Leibniz agrandit la sphère, et par delà le mécanisme il observe l'énergie, la vie, l'amour, le bien; il contemple le vrai Dieu dans sa magnificence. Le Dieu de Descartes est nombre et force; celui de Leibniz est vie et beauté. Tout s'épanche et rayonne de son sein en *fulgurations* éternelles, comme les pensées émanent de notre propre substance.

II

Nous voici arrivés avec Leibniz aux sommets de la pensée, aux derniers confins de la spéculation. Redescendons maintenant avec lui aux problèmes particuliers qu'il a examinés, et qu'il a légués à la science moderne, encore impuissante à les résoudre tous. On verra combien ont été salutaires à celle-ci les principes généraux qu'il avait établis comme les grandes lois de l'ordre du monde. Leibniz a le plus lucide sentiment de la diffusibilité de la vie. Il en exprime avec justesse le caractère fondamental, qui est le renouvellement moléculaire continu de la matière dans la permanence des formes actives, c'est-à-dire des âmes. Il y a, d'après

lui, un monde de créatures, de vivants, d'animaux, d'entéléchies, d'âmes, dans la moindre partie de la matière. Chaque portion de la matière doit être conçue comme un jardin plein de plantes, ou comme un étang plein de poissons; mais chaque rameau de la plante, chaque membre de l'animal, chaque goutte de ses humeurs est encore un tel jardin ou un tel étang plein de vivants de plus en plus petits, quoique d'espèce analogue. Tous ces corps, ajoute-t-il, sont dans un flux perpétuel comme des rivières. Des parties y entrent et en sortent constamment. De cette façon, l'âme ne change de corps que peu à peu, et n'est jamais dépouillée tout d'un coup de ses organes; les propriétés vitales restent, tandis que la matière de la vie passe. Leibniz imagina là-dessus que certains animaux doivent pouvoir se multiplier comme les plantes, par scission. La découverte des polypes par Trembley, les faits de multiplication des vorticelles, des paramécies, des bursaires, des opalines, etc., observés depuis, ont donné raison aux conjectures du philosophe.

Descartes avait envisagé les bêtes comme des machines, comme des automates sans âme, composés d'atomes dont les mouvements sont coordonnés à l'instar de ceux des plantes. Il leur refusait l'intelligence, et croyait pouvoir expliquer la sensibilité et l'instinct qu'on y remarque par des raisons purement mécaniques, Leibniz n'admet point de différences spécifiques entre l'homme et les animaux. Il accorde à ceux-ci une âme inférieure à la nôtre, moins raisonnable, mais raisonnable encore, une âme au fond de même essence, principe d'activité bien distinct des énergies du monde inorganique Il la considère de plus comme également

indestructible et immortelle. Ceux qui conçoivent, dit Leibniz, qu'il y a une infinité de petits animaux dans la moindre goutte d'eau, comme les expériences de Leuwenhœck l'ont montré, et qui ne trouvent pas étrange que la matière soit remplie partout de substances animées, ne trouveront pas étrange non plus qu'il y ait quelque chose d'animé dans les cendres, et que le feu peut transformer un animal, le réduire au lieu de le détruire. Ainsi la vie ne disparaît pas. L'ordre et le concert des monades sont seulement modifiés; les essences qui les constituent demeurent avec leurs qualités premières et incorruptibles, prêtes à reparaître dans d'autres vivants. Ce qui ne commence point ne périt pas non plus. Ces considérations amènent Leibniz à envisager d'une manière bien profonde le phénomène de la mort. La vie n'étant pas un souffle qui vient tout d'une pièce animer le corps, la mort ne saurait être attribuée à la disparition subite d'un tel souffle. La génération n'étant que le développement d'un animal déjà formé, la corruption ou la mort n'est que l'enveloppement d'un animal qui ne laisse pas de demeurer vivant. La mort se fait par degrés, elle atteint d'abord des parties imperceptibles, et ne nous frappe que quand elle a saisi tout l'être. Aussi ne voit-on pas le détail de cette rétrogradation, comme on aperçoit celui de l'avancement qui constitue la naissance. Les faits de métamorphose et de réviviscence chez les insectes, de rappel à la vie chez les hommes morts de froid, noyés ou étranglés, sont pour Leibniz la preuve que la mort arrive ainsi graduellement, et il veut que la médecine cherche à opérer des résurrections. La science ultérieure a confirmé ces idées. La vie est dans

l'infiniment petit; elle circule sourde et latente sous ces déguisements multiples dont parle Hamlet, se dissimulant quand elle fait encore tout palpiter, et trouvant son aliment dans la mort.

Leibniz s'occupe aussi des espèces, qu'il définit par la génération, en sorte que ce semblable qui vient d'une même origine ou semence est aussi d'une même espèce. Les différentes classes des êtres ne sont pour lui que les ordonnées d'une même courbe, et ne forment qu'une seule chaîne dans laquelle ces classes, comme autant d'anneaux, tiennent si étroitement les unes aux autres qu'il est impossible de fixer le point où quelqu'une commence ou finit. Toutes les espèces, dit-il avec une singulière précision, qui bordent ou qui occupent les régions d'inflexion ou de rebroussement, doivent être douées de caractères équivoques. Puis, considérant l'ensemble, qu'il soumet à la loi de continuité, il dispose les espèces et en général les êtres dans une immense série, depuis l'homme jusqu'aux êtres les plus simples; il y a, selon lui, une si grande proximité entre les animaux et les végétaux, que si l'on prend le plus imparfait des uns et le plus parfait des autres, c'est à peine s'ils peuvent être distingués. De plus il est conforme à la somptueuse harmonie de l'univers, au grand dessein aussi bien qu'à la bonté du souverain architecte, que les différentes espèces de créatures s'élèvent peu à peu vers son infinie perfection. Leibniz admet des créatures plus parfaites que nous, mais dont il confesse que nous ne pouvons avoir aucune idée claire. Il croit également que, dans la série des choses existantes, il y a des vides, des choses *possibles* n'existant point. La variation des espèces, dont

il étudie plusieurs cas, lui semble réelle, non la transmutation : il est pour la variabilité limitée, c'est-à-dire qu'il admet dans une large mesure l'action des circonstances modificatrices, sans aller jusqu'à croire qu'elles peuvent transformer l'espèce. En examinant les poissons et les plantes dont les schistes de Halle portent l'empreinte, Leibniz reconnut pour la première fois, dans ces vestiges, non des jeux de la nature, mais des témoignages des révolutions du globe et de l'existence de faunes et de flores disparues. La *Protogée*, où cette grave question est spécialement approfondie, constitue le point de départ de la géologie et de la paléontologie modernes et de toutes les explications plutoniennes de la croûte terrestre. Hutton, Buffon et Cuvier se sont inspirés dans leurs travaux de l'ébauche de Leibniz.

Il infère que, s'il nous arrive souvent dans les sciences de ne pouvoir caractériser les différences, cela tient à ce que nous ne connaissons ni les petites parties, ni la structure intime des choses, c'est-à-dire les principes par où on peut rendre compte de leur nature fondamentale. Cette ignorance fait que nous devons juger conjecturalement de beaucoup de phénomènes dont la connaissance parfaite est réservée à l'avenir. Aussi fonde-t-il beaucoup d'espérances sur l'emploi du microscope et sur l'*anatomie comparative* (le mot est de lui), où il croit qu'on trouvera la confirmation de beaucoup de ses idées. Entre autres, il pressent positivement le rôle et l'importance des spermatozoaires, quand il annonce qu'on découvrira dans le phénomène de la génération que l'un et l'autre sexe fournit quelque chose d'organisé. Et cette déclaration corrige,

dans un sens fort juste, sa théorie de la préformation syngénétique des êtres ou de l'emboîtement des germes, d'après laquelle toutes les semences préexistent depuis l'origine du monde, enfermées dans celle du premier représentant de chaque espèce. Cette théorie, reconnue fausse par l'ensemble des observations embryogéniques, l'est justement parce que l'élément organisé du sexe mâle est indispensable à la formation de l'embryon.

C'est un problème difficile d'assigner les genres et les espèces dans les végétaux. Les botanistes du XVIIe siècle croyaient que les distinctions prises des formes de la fleur approchaient davantage de l'ordre naturel pour l'institution d'une classification. Leibniz pense qu'il serait juste de faire des comparaisons non-seulement d'après un seul caractère, comme celui de la fleur, et qui est peut-être le plus favorable à l'établissement d'un système commode, mais encore d'après les caractères des autres parties des plantes. Il propose ainsi le principe de la subordination des caractères comme une suite de ses idées sur l'harmonie des êtres,

Tous ces travaux, toutes ces hypothèses procèdent donc directement des conceptions métaphysiques de Leibniz sur le système des éléments du monde. Ce qui en procède plus directement encore, c'est l'invention du calcul infinitésimal. Quand ce calcul ne serait en lui-même qu'une sublime curiosité, ce serait déjà beaucoup d'avoir trouvé le moyen d'opérer sur les quantités infinies comme sur les finies. Heureusement ce genre de supputation a rencontré dans l'astronomie, la mécanique et la physique, des applications si fécondes que ces sciences en ont été renouvelées. C'est un nouvel

instrument, un nouveau levier qui leur a été donné pour les plus hautes investigations. On voit à quel point Leibniz était familier avec les plus difficiles problèmes.

III

Quelle a été l'influence de la métaphysique de Leibniz dans les grandes élaborations de la science moderne, et d'abord dans celles du siècle dernier? Il y a longtemps qu'on a dit que le XVIIIe siècle n'a pas eu de philosophie originale. En effet, il a vécu de doctrines empruntées. Il a eu entre autres une doctrine émanée de celle de Leibniz, et dont on peut dire que Diderot a été le véritable représentant. Au premier aspect, cet esprit exubérant et sans discipline paraît destitué des qualités de dogmatisme et de méthode qui font proprement le philosophe ; mais, si l'on y regarde de près, on s'aperçoit qu'il a développé un système précis et arrêté, où les idées de Leibniz ont une grande place, et où domine le principe du dynamisme, l'idée des forces mères. Dans l'*Interprétation de la nature*, le *Rêve de d'Alembert* et les *Principes philosophiques sur la matière et le mouvement*, Diderot se montre pur disciple du penseur de Hanovre, disciple même un peu exalté, puisqu'il va jusqu'à écrire que Leibniz à lui seul fait autant d'honneur à l'Allemagne que Platon, Aristote et Archimède en font ensemble à la

Grèce. Le dynamisme de Diderot, c'est-à-dire son large sentiment des activités de la substance, est aussi dans la pensée de Charles Bonnet, de Buffon, de Bordeu, et d'autres célèbres naturalistes de la même époque. Il a inspiré alors toute une école de chercheurs et de philosophes, dont les uns trouvaient trop de négations dans celle de Hume, et les autres trop d'analyses dans le système de Condillac.

Buffon, comme Leibniz, voit dans la nature des plans combinés, des rapports suivis, des faits assortis, des fins partout prévues, s'ordonnant conformément à une suprême convenance. Les *molécules organiques* et les *forces pénétrantes* (immanentes), qui, selon lui, constituent la vie, et passent de moule en moule pour perpétuer, sont les monades mêmes de Leibniz. Les grandes idées développées dans les *Époques de la nature*, et qui ont eu, bien que parfois contestables, une si réelle influence sur les progrès ultérieurs de la géologie, sont empruntées pour la plupart à la *Protogée*. La physiologie générale de Buffon ne se rapproche pas moins de celle que Leibniz avait professée. Il en est de même de celle de deux de ses célèbres contemporains. Bordeu et Barthez, s'élevant à la fois contre le géométrisme cartésien, étendu abusivement aux phénomènes de la vie, et contre l'analysme à outrance, préconisé par Condillac et appliqué par ses disciples, établissent les forces vitales dans leur resplendissante autonomie et leur irréductible simplicité. Ils exagèrent sans doute le défaut des explications mécaniques et le danger de l'analyse, et il ne faudrait pas croire que la science ultérieure leur a toujours donné raison. Du moins elle les a confirmés dans l'opinion leibnizienne

et anticartésienne qu'ils soutenaient, à savoir que la vie est une force supérieure qui implique les inférieures sans en dépendre, que l'organisme est un système d'énergies où tout ne se fait pas mécaniquement, que les forces qui agissent dans les animaux sont au fond analogues à celles qui agissent dans l'homme, et que toutes, consubstantielles à la matière organisée, ne peuvent se déterminer qu'en elle et par elle. C'est ainsi que ces deux grands médecins ont détruit en même temps l'iatromécanique de Boerhaave et l'animisme de Stahl, et préparé la voie à Bichat. La même science moderne ne vérifie pas complétement non plus les conjectures hasardées de Charles Bonnet, de Telliamed, et plus tard de Delaméthérie, de Lamarck et de Darwin, sur l'enchaînement des êtres, l'origine et la transformation des espèces, conjectures dont Leibniz avait fourni une discrète ébauche; mais il serait injuste de ne pas reconnaître qu'une vive impulsion a été donnée par là aux recherches zoologiques.

Vicq-d'Azyr et les autres anatomistes qui commencent l'anatomie comparée et recherchent les rapports harmoniques, les connexions diverses, les balancements dynamiques des organes, sont fidèles aussi aux conceptions de Leibniz sur les desseins de la nature. Gœthe, qui professait tant d'estime pour Diderot, se montre disciple de Leibniz autant que de Spinoza non-seulement dans ses travaux d'anatomie comparée, où il établit les symétries cachées des parties vivantes et recherche les belles proportions des corps, mais encore dans sa doctrine générale du monde. Il admet que toute la nature est pleine de forces, de vies et d'âmes, sentiment si éloquemment rendu dans *Faust*, dans *Wer-*

ther et dans les *Poésies;* bien plus, il souscrit expressément à la *Monadologie*. Dans son splendide discours funèbre sur Wieland (1812), il développe, en un langage que n'eût pas désavoué Leibniz, tout le détail de cette doctrine au moyen de laquelle il explique l'immortalité de la pensée, c'est-à-dire des monades conscientes. Toute cette école en définitive nous fournit la preuve de l'influence que les doctrines philosophiques exercent sur l'esprit des savants, et par suite sur la marche des inventions. Nous y voyons le profit qu'il y a toujours à diriger les investigations et les expériences avec les indications supérieures du génie spéculatif, et aussi la nécessité qu'il y a pour les philosophes de tenir compte des arguments objectifs.

Notre siècle a oublié trop longtemps ces importantes leçons. On y a vu la philosophie se séparer de la science pour contracter alliance avec la littérature et la morale. Tandis qu'étroitement unies la science et la philosophie étaient destinées, par le progrès naturel des choses, à s'entendre de plus en plus, elles retardèrent, en divorçant, l'heure si désirée d'une conciliation. Sans doute des livres bien écrits et pleins de belles pensées furent encore publiés dans les écoles de philosophie, sans doute de grandes découvertes furent encore accomplies dans les écoles scientifiques; mais les doctrines avaient disparu, et avec elles les méditations longues et vivifiantes. La science, en s'éloignant des hautes pensées, prit un caractère empirique et perdit sa dignité. La philosophie, à force d'ignorer les faits d'expérience, arriva au chimérique. L'esprit cartésien, et non peut-être l'esprit de Descartes, devenu prépondérant, poussa les métaphysiciens à un spiri-

tualisme creux et les physiciens à un matérialisme sophistique. Pendant que la connaissance de l'esprit se perdait ainsi dans une littérature déclamatoire, et la connaissance de la nature dans une investigation dispersée, les vaines disputes se multipliaient, inspirées plus souvent par la passion que par la raison, fournissant des armes à ce que la passion suggère de moins noble, décourageant les plus louables entreprises de la raison. Aujourd'hui cet état de choses touche à son déclin, et la philosophie de Leibniz semble devoir être le plus efficace auxiliaire de ceux qui désirent l'alliance fructueuse de la science et de la métaphysique. Les esprits les plus élevés dans les écoles les plus diverses font concevoir cette espérance. Ils ne se contentent pas d'en souhaiter la réalisation ; ils y travaillent directement, sans se laisser arrêter ni par les préjugés, ni par les objections.

Le résultat le mieux établi par les vivisections de la physiologie expérimentale et les observations de l'anatomie microscopique, principalement par les travaux de M. Claude Bernard et de M. Charles Robin, est que les êtres vivants sont des agglomérations de particules infiniment ténues et délicates, véritables individualités douées chacune de vertus caractéristiques et consubstantielles. Ces unités actives, à la fois formes et forces, déterminent, par suite d'emmêlements multiples, toute l'organisation et tout le fonctionnement des parties animales et végétales. Animaux et plantes ne sont plus des machines animées par une puissance distincte qui les imprègne et les meut ; ce sont des systèmes de monades solidaires où gît profondément et par où s'exprime la vie, ce sont des collections mer-

veilleusement ordonnées de petits ressorts possédant par eux-mêmes certaines tendances. Comme Leibniz l'avait dit, chaque vivant est constitué par une infinité de vivants. Or ces corpuscules, que la science moderne appelle *éléments anatomiques*, ont pour principe essentiel ce que Leibniz désignait sous le nom d'âmes, de formes substantielles, de capacités essentielles, de monades. En effet, ce qui caractérise ces éléments primordiaux de la vie, c'est l'entéléchie dynamique. Considérons une cellule morte et une cellule vivante. Qu'est-ce qui les distingue? Rien, ni au point de vue géométrique, ni au point de vue physique, ni au point de vue chimique; rien qui soit appréciable ni au mètre, ni à la balance, ni aux réactifs. Ce qui les distingue, c'est que la première est destituée de l'activité qui est dans la seconde. Cette activité est une transmutation continue et profonde par où la matière de la cellule se renouvelle sans cesse, sans que ses apparences morphologiques ni ses autres propriétés en soient modifiées. La vie est dans ce flux qui s'accomplit au sein de chaque élément de l'organisation, dans cette vertu d'instabilité qui fait que la matière des phénomènes varie constamment, tandis que la forme et le ressort ne changent pas. Elle est dans ces propriétés organiques, forces pures, qui demeurent, tandis que les organes, formes visibles, passent. A l'inverse de ce que croit le matérialisme, et conformément aux vues de Leibniz, la matière n'est donc ici que l'enveloppe changeante; le fond immuable, c'est la force. Outre la nutrition, que nous venons de définir, la vie se manifeste encore par l'organisation, le développement, la contractilité, le sentiment, la pensée, la

volonté. Ces nouveaux aspects nous fournissent la même démonstration. L'impuissance radicale de produire quelque chose d'organisé avec les seules forces inorganiques, l'impossibilité de la génération spontanée, témoigne d'abord que l'organisation a un principe supérieur à celui des phénomènes du monde minéral; mais ce n'est pas seulement l'organisation qu'il est interdit d'attribuer à une industrie physico-chimique, c'est encore la contractilité, la sensibilité, et à plus forte raison la pensée et la volonté. Plus la science expérimentale se développe, plus la différence se prononce entre ces deux ordres de phénomènes qu'on croyait pouvoir confondre, les organiques et les inorganiques, plus il ressort que les énergies de la vie et celles de la pierre ne peuvent être identifiées, même dans leur principe. Les monades qui engendrent les cellules sont supérieures à celles qui sommeillent dans le grain de sable, de même que la plus grossière portion d'animal est autrement compliquée que le cristal le plus admirable. Évidemment, si la forme, la personnalité, la pensée, la mémoire, la volonté, tout ce qui constitue la vie du moi et le moi de la vie, persiste identique quand la matière des organes se renouvelle, c'est que la vie est dans un système d'activité différant essentiellement de l'étendue géométrique et de la masse pesante; c'est qu'elle est le propre d'une substance qui assurément implique le physico-chimique, mais aussi tout autre chose.

Chaque monade, dit Leibniz, a son principe, son essence, sa loi, et n'est pas assujettie à la volonté d'impulsions extérieures. C'est le fond des doctrines sur la vie professées par M. Charles Robin. Au lieu d'admet-

tre que le corps est gouverné par un principe vital coordinateur et directeur des mouvements physiologiques, il considère que, grâce à un parfait accord en vertu duquel chaque substance, suivant ses propres lois, se rencontre dans ce que demandent les autres, les opérations de l'une suivent ou accompagnent l'opération de l'autre. Le développement des êtres vivants, consistant dans une accumulation progressive et déterminée d'éléments anatomiques, est expliqué, selon lui, non par une force qui les tient sous sa tutelle, mais par la manifestation successive, et en quelque sorte la révélation des substances élémentaires qui expriment la vie, chacune de ces substances devant apparaître lorsque se trouvent réunies les conditions nécessaires à son existence sensible.

Mais la vie est-elle partout dans le monde, comme le veut Leibniz? Assurément, si l'on entend par vie la spontanéité de toutes choses, l'activité propre à toutes les monades. D'autre part, si l'on considère que toute portion quelconque de substance renferme virtuellement quelque aspiration à la vie, puisqu'elle est apte à entrer comme partie intégrante dans la constitution d'un être vivant, on pourra dire encore que tout vit; seulement, si l'on exprime par ce mot les énergies spéciales du genre de la nutrition, de la sensibilité et de la volonté, alors il faut reconnaître que la vie n'appartient qu'aux substances organisées, c'est-à-dire à une catégorie de monades. Il y a sans doute dans les monades les plus infimes et les plus éloignées de la vie quelque tendance obscure vers un ordre déterminé; mais il ne me semble pas légitime jusqu'ici d'y voir une intention consciente. C'est plutôt par une

sorte d'action réflexe que ces monades exercent leurs énergies, sous l'influence des monades supérieures, de même que par exemple les éléments nerveux agissent souvent sur les musculaires à notre insu et malgré nous.

Une autre question non moins importante se pose ici. L'âme pensante, selon Leibniz, est une monade dominante, une seule monade. La science ne paraît pas autoriser une telle affirmation. Pour elle, interprétée de haut, l'âme est une synergie de monades toutes sensibles et intelligentes, mais à des degrés divers, ce qui explique les degrés divers du sentiment et de la raison; chez tel vivant il n'existe pas de monade qui exprime le moi, chez tel autre le moi n'est senti que très-confusément, chez tel autre enfin il est conçu dans sa plénitude. Chez le même vivant, cette âme est évidemment multiple, puisqu'elle se montre sous des aspects distincts, l'affection, le sentiment, l'intelligence, la volonté. Loin donc d'être simple et indivisible, elle consiste dans une association de monades qui ne sont pas toutes également parfaites, les unes se retrouvant dans les animaux les plus inférieurs, les autres caractérisant exclusivement l'homme. Système complexe de forces primordiales, concert harmonique d'énergies inétendues s'exprimant dans les éléments anatomiques de la substance grise du cerveau, et rayonnant de là par sa vertu propre dans l'infinité des choses, l'âme humaine est comme le lion de Milton, qui, moitié lion, moitié fange, et encore sous la main du divin sculpteur, aspire à sortir du chaos. Moitié esprit, moitié matière, notre âme aspire à la pureté absolue; elle est retenue et gênée par

les liens du corps. La grande inconnue est de savoir comment elle s'en débarrasse à l'entrée de l'éternité.

Leibniz ne distinguait pas seulement ces vertus qu'il appelait formes substantielles ou âmes, et qui sont les propriétés des corpuscules doués de vie telles que nous les connaissons aujourd'hui; il distinguait encore dans ces corpuscules, et en général dans tous les corps, la *masse* et la *matière*. Or ce qu'il appelait masse, c'est l'ensemble de nos propriétés géométriques et mécaniques, et la matière est l'association de nos propriétés physico-chimiques. La masse et la matière appartiennent à tous les corps, l'âme n'appartient pas à tous. Peut-être est-il permis cependant de considérer comme quelque chose de quasi-vital cette tendance des molécules inorganiques à se grouper régulièrement dans les cristaux, et même la propriété plus générale qu'elles possèdent de se combiner toujours en proportions définies, en affectant des figures dont la chimie commence à entrevoir la loi génératrice. Quel que soit d'ailleurs le principe de ces mouvements intestins, de ces conflits harmoniques dont le siége est au sein profond de la substance, la chimie contemporaine est leibnizienne dans toutes ses parties. Elle ramène en effet les phénomènes complexes qu'elle étudie à des élémens simples connus sous le nom d'*atomes*, et qui n'ont de commun que le nom avec ceux de Leucippe et de Descartes. Idéalités pures et néanmoins principes de tout ce qui est réel, ces atomes sont déterminés et classés par des fonctions absolument dynamiques. La chimie établit dans ces atomes l'existence de forces primitives qu'elle désigne sous le nom d'*atomicités*, et qu'elle mesure non par le poids

ou le mouvement, mais par le produit immédiat du jeu même de ces forces. « L'énergie avec laquelle un corps se combine à un autre corps, dit M. Würtz, est indépendante de la faculté qu'il possède d'attirer ce dernier. La première est l'atomicité, la seconde est l'affinité. » Les atomicités sont les capacités d'action, les pouvoirs de combinaisons immanents ou plutôt consubstantiels aux atomes. Tel est aujourd'hui le langage des chimistes les plus autorisés. Ils considèrent dans les corps des vertus électives, des tendances à la saturation, des appétitions qui impliquent quelque chose d'antérieur et de supérieur au mouvement, approchant de ce qui en nous détermine l'action. La chimie n'est plus dans les apparences et les formes perceptibles, dans les brillantes apparitions qui charment ou éblouissent le sens; elle est dans ces forces sourdes, dans ces monades agissantes, substances de la substance, matières de la matière. Les corps ne sont plus caractérisés seulement par leur physionomie extérieure et présente; ils le sont encore parce qu'ils ont de plus caché, par le principe de leur existence passée et à venir, par un ressort qui leur est aussi intime que l'âme nous l'est à nous-mêmes. Ce qui en eux frappe nos sens n'est que l'enveloppe de leur vraie nature. Pour Faraday comme pour M. Dumas, pour M. Berthelot comme pour M. Würtz, tout est ici dans une harmonie dynamique. Un illustre chimiste anglais mort récemment, Graham, l'inventeur de la dialyse, a même imaginé sous le nom d'*ultimates* des principes plus simples encore que les atomes, de véritables points substantiels dont l'essence est déterminée par le genre des vibrations auxquelles ils sont soumis,

et détermine à son tour la nature diverse des corps. Ainsi les monades sont devenues dans les phénomènes vitaux les éléments anatomiques avec leurs attributs consubstantiels, et dans les phénomènes chimiques les atomes avec leurs attributs consubstantielles. L'atomisme grec et l'atomisme cartésien avaient conçu des corpuscules géométriques et mécaniques : Leibniz a conçu les principes des activités phénoménales que n'expliquent ni la géométrie, ni la mécanique.

Interrogeons enfin la physique d'aujourd'hui, et nous y trouverons encore les mêmes idées. Elle ramène tout aux vibrations, tant de ce qu'elle appelle atomes matériels que de ce qu'elle nomme éther. D'après elle, les phénomènes physiques s'expliquent par le système des mouvements des atomes et de l'éther, et, ces mouvements pouvant se transformer les uns dans les autres suivant une loi mathématique, il en résulte qu'il y a des rapports d'équivalence entre les diverses manifestations de l'activité physique, par exemple qu'il existe un équivalent mécanique de la chaleur, un équivalent calorifique de l'électricité, etc. Or ce mouvement intestin que l'analyse et l'induction révèlent, ce frémissement corpusculaire qui donne aux corps les qualités sans lesquelles ils ne seraient point perçus, à savoir le poids, la couleur, la chaleur, etc., — ce mouvement, sous toute forme, implique un principe moteur, quelque chose d'irréductible et de simple, une spontanéité analogue à celle que Leibniz conçoit dans les monades. Qu'est-ce que la force vive, l'énergie potentielle, l'énergie virielle dont les physiciens font un si fréquent usage dans leurs spéculations, sinon des entéléchies métaphysiques, raison in-

telligible des actes dynamiques, des tendances semblables à celles que l'âme sent au dedans d'elle-même? Dira-t-on que tous ces aspects multiples et variés de la force physique sont une dérivation de la force mécanique simple dont la somme ne change pas dans l'univers? Mais alors pourquoi le mouvement est-il devenu ici chaleur, là électricité, et lumière d'un autre côté? Ne serait-ce pas qu'outre les monades qui sont le ressort moteur, il en existe dont le rôle spécial, au point de vue de notre sensibilité, est d'agir sur d'autres capacités perceptives que celles par où nous connaissons le mouvement?

Sous un autre aspect, on retrouve encore dans les sciences contemporaines quelques-unes des grandes pensées de Leibniz, grâce auxquelles ces sciences ont pris un caractère tout nouveau; nous voulons parler des formules logiques où l'esprit concentre les matériaux de la connaissance, des idées synthétiques qui sont le terme des hautes inductions. Après avoir montré comment il faut concevoir l'esprit dans la nature, nous devons indiquer comment il importe de concevoir la nature dans l'esprit, car les sensations, en subissant l'élaboration de l'esprit pour devenir connaissances, empruntent et empruntent beaucoup de ce qui est propre à l'essence spirituelle. Les procédés intellectuels, dit M. Charles Robin, font corps avec le reste de la science, tellement que l'histoire montre l'exposition d'une *idée générale* juste, reconnue comme équivalente ou supérieure à celle des faits.

Quels sont donc ces procédés intellectuels, ces idées générales? Ces procédés se résument dans la dialectique synthétique et intuitive, et ces idées dans des con-

cepts morphodynamiques dont nous allons caractériser les principaux. L'idée de *série* est peut-être le plus important. Soit qu'il considère les espèces minérales ou chimiques, soit qu'il considère les espèces animales ou végétales, l'esprit les range en série. C'est la forme sous laquelle il conçoit l'*ensemble* des êtres. Il établit entre eux une continuité semblable à celle des séries de l'algèbre supérieure. Il ordonne les forces et les qualités dans une progression continue et hiérarchique dont la raison virtuelle est la perfection, en ce sens que les êtres s'élèvent d'autant plus dans la série qu'ils se rapprochent davantage des conditions de ce qui est parfait : l'intelligence. Cet ordre est si lumineux que Gerhardt a renouvelé magnifiquement la chimie contemporaine en y introduisant la notion de série. Les rapports vrais et les caractères réels des corps ont été par là déterminés avec une précision nouvelle. Cette conception s'impose avec tant de force à l'esprit du savant qu'il a une tendance aussi spontanée qu'irrésistible à remplir les vides qu'il remarque dans la série, à imaginer pour cela des espèces rationnellement possibles. De la sorte, il prévoit d'avance l'existence de tel être inconnu dans la réalité, comme il prévoit, d'après les lois de la mécanique céleste, l'existence d'une planète qui n'a pas encore été observée. Cette doctrine que Leibniz avait déduite du principe de continuité et de celui de la raison suffisante a été d'une incontestable fécondité dans les sciences. En voici un récent exemple tiré de la chimie : « La synthèse des corps gras neutres, dit M. Berthelot, ne permet pas seulement de former artificiellement les quinze ou vingt corps gras naturels connus jusque-là,

mais elle permet encore de prévoir la formation de plusieurs centaines de millions de corps gras analogues... Tout corps, tout phénomène, représente pour ainsi dire un anneau compris dans une chaîne plus étendue de corps, de phénomènes analogues et corrélatifs... Nous pouvons prétendre, sans sortir du cercle des espérances légitimes, à concevoir les *types généraux de toutes les substances possibles* et à les réaliser[1]. »

Un autre concept général est justement celui du *type*. On ne saurait mieux définir le type que par la vieille expression d'*être de raison*. En effet, c'est une collection d'éléments qui se soutiennent dans une disposition harmonique, de façon à former un tout conçu par la raison comme parfait. Cet être idéal et rationnel, répondant à certaines conditions de fixité, de nécessité et de généralité, devient un modèle, un exemplaire auquel l'esprit rapporte et compare les êtres existants hors de lui-même. L'esprit a ainsi le pouvoir d'abstraire de la réalité des conditions qu'il associe dans un ordre plus pur, plus clair et plus vrai en somme que celui qui se manifeste extérieurement. On peut ajouter que la création des types est chez lui un impérieux besoin ; il le montre dans les sciences aussi bien que dans la littérature et les beaux-arts. Il ne saisit la réalité qu'en la ramenant à des idées, c'est-à-dire à des ensembles où le rapport mutuel des parties est parfait. En chimie, comme en zoologie, comme en botanique, le type est le concept fondamental au point de vue taxonomique. Les grandes découvertes con-

[1] *Chimie organique*, t. II, p. 809 et suiv.

temporaines, particulièrement les découvertes récentes de la chimie organique, l'ont bien fait voir. Elles procèdent toutes d'une théorie spéculative sur la structure éminemment rationnelle des choses. La vraie philosophie de l'esprit est peut-être dans l'étude de ces concepts fondamentaux de l'entendement, comme la vraie philosophie de la nature est dans l'étude des forces primordiales se manifestant par les phénomènes sensibles du monde qui nous est extérieur. On arrive ainsi par une nouvelle voie à la confirmation des idées de Leibniz, car ces concepts généraux, ces expressions logiques, ces universaux, d'une part démontrent dans l'esprit ces aptitudes innées dont Leibniz voulait constituer la philosophie première, de l'autre impliquent dans la nature une tendance au développement, à la métamorphose et à la perfection, c'est-à-dire un ressort intelligent.

Une école brillante de mathématiciens et de physiciens s'est élevée récemment contre les doctrines dont on vient de suivre le progrès dans les sciences de la nature. On professe dans cette école un cartésianisme exagéré, contestant toute réalité aux forces intimes, aux spontanéités, aux entéléchies, aux monades. C'est un retour avoué au géométrisme avec toutes ses rigueurs, et aussi avec toutes ses illusions. On y proscrit l'attraction et l'affinité sous prétexte qu'il est impossible de se représenter ces énergies sans imaginer dans la matière une multitude de petites mains qui s'accrochent. On y met tout en formule, et on y proclame chimérique ce qui n'est pas susceptible d'être exprimé mathématiquement. On y définit la *force* le produit *mg* de la masse par l'accélération, et

la *force vive* le produit mv^2 de la masse par le carré de la vitesse. — Remarquons d'abord combien il est peu philosophique d'envisager comme des produits ce qu'il y a au monde de plus simple et de plus irréductible, d'emprisonner dans les limites rigides d'un monôme la vivante palpitation de l'infini et de l'absolu dans les choses. En second lieu, il semble que vouloir définir la force par un algorithme, c'est imiter celui qui prétendrait que les flèches dont on se sert dans les schèmes géométriques pour figurer la direction des forces sont l'image exacte de celles-ci. Le chiffre est le signe de la quantité, la ligne celui du mouvement. La force est autre chose que la quantité, autre chose que le mouvement. Mais supposons les définitions convenables : on peut demander quelles sont les causes qui, dans la masse, déterminent l'accélération, la vitesse, la résistance. Or il est impossible de ne pas rattacher ces causes à un principe supérieur au géométrique, à une spontanéité plus ou moins analogue à l'effort qui chez nous précède l'action. On est toujours ramené ainsi, quoi qu'on fasse, aux monades actives dont les infinies variétés, les infinies relations et les infinis mélanges produisent tout. Les savants auteurs auxquels nous faisons allusion essayeront vainement de réduire à des fonctions déterminées de l'espace et du temps ce qui est essentiellement opposé à l'espace et au temps, la force, et de faire que nous n'ayons point de la résistance dynamique des éléments du monde une conscience aussi nette que celle de notre effort individuel pour l'équilibrer.

Il est facile d'indiquer la cause de ces abus spécieux des considérations géométriques et mécaniques dans

la philosophie de la nature. Cette cause est l'ignorance des faits biologiques dans lesquels se révèlent d'une manière spéciale la spontanéité profonde et la réalité des forces consubstantielles aux corps. La géométrie et la mécanique, dans leurs spéculations, séparent les points matériels d'avec les forces, tandis que la biologie apprend à les conjoindre dans une indestructible et nécessaire unité. La science des mouvements et de leurs figures ne nous montre que les dehors de l'universelle énergie. La science de la vie au contraire nous en dévoile le fond agité et le beau dessin. Tel est le précieux, l'immense service qu'elle rend au savoir et à la dialectique. Descartes et ceux qui de nos jours essayent de restaurer son système en déduisant la physique de la mécanique et la physiologie de la physique, en expliquant le supérieur par l'inférieur, comme dit Auguste Comte, en proscrivant toute tentative de concevoir les principes premiers par les principes ultimes, tous ces philosophes, quel que soit d'ailleurs leur mérite, ont méconnu les leçons que fournit l'être vivant sous le double rapport physiologique et psychologique. Les témoignages de l'âme s'identifiant avec la vie leur eussent fait voir dans tout l'univers les images de l'âme et de la vie au lieu d'un aveugle et fallacieux géométrisme. Ils eussent compris que les chiffres et les figures n'expliquent pas tout, que le calcul n'est pas l'unique méthode. Ce qui explique tout, c'est l'âme, parce qu'elle seule saisit tout, ou du moins trouve en elle seule, au foyer de l'abstraction, comme de secrètes affinités avec tout. Aussi bien la gloire positive et durable de Descartes est assez grande pour qu'on ose,

sans crainte d'en affaiblir l'éclat mérité, prédire l'impuissance des efforts entrepris de nos jours pour introduire dans la philosophie naturelle de faux principes empruntés à sa doctrine. Le crédit appartient de plus en plus aux idées de Leibniz, dont les sciences biologiques sont aujourd'hui imprégnées [1].

[1] Cet article, écrit pendant le siége de Paris, à l'ambulance de Conflans, où j'étais employé comme médecin, et où je n'avais à ma disposition que quelques notes, est incomplet sous plusieurs rapports. Il a cependant de l'intérêt comme ébauche de plusieurs conceptions historiques ou dogmatiques que j'ai développées depuis. Voyez en particulier mon mémoire intitulé *Leibniz naturaliste, physiologiste et médecin.* (Comptes rendus de l'Académie des sciences morales et politiques, 1873.)

LA CONSTITUTION GÉNÉRALE DES ÊTRES VIVANTS[1].

La physique, la chimie et la physiologie contemporaines s'étendent prodigieusement en surface; mais peut-être ne remarque-t-on pas assez qu'en même temps elles montent et aspirent aux sommets. A mesure que les procédés se renforcent et que les doctrines se consolident, la science, plus audacieuse, aborde plus résolûment les questions élevées, et prétend y porter une lumière décisive. Elle entreprend avec des méthodes précises et une régularité très-assurée la discussion des problèmes les plus généraux et les plus compréhensifs. Ne trouvant plus de limites ni à l'exploration du monde des soleils, ni à l'exploration du monde des atomes, s'imaginant d'ailleurs que cette double enquête lui livrait tous les secrets de la matière et de l'esprit, il ne faut pas s'étonner qu'elle ait cru en pouvoir tirer la connaissance de ce qui semblait jusqu'ici réservé à d'autres capacités que les siennes. Justifiée ou non, cette tendance philosophi-

[1] *Revue des deux mondes* du 15 juillet 1870.

que de la science moderne n'en est pas moins le résultat d'un ensemble de découvertes pleines d'intérêt malgré leur nature souvent abstraite, pleines de féconds enseignements sous l'apparente stérilité de leurs détails.

Si chacun a dans son bagage des notions relatives à la conformation des principaux viscères animaux, peu de personnes, même parmi les plus éclairées, soupçonnent l'intérêt puissant et la portée des connaissances touchant la composition intime des organes, la structure et le développement de leurs parties les plus profondes et les plus fines, les propriétés singulières des corpuscules infiniment petits dont l'agrégation constitue les êtres vivants. Les problèmes de la vie apparaissent dans ces études avec toute leur grandeur, tout leur mystère et tout leur attrait. Les muettes révélations du microscope y sont associées au langage éloquent de l'expérimentation sur les animaux. La chimie la plus compliquée y vient en aide à une dialectique qui, pour être positive, n'en est que plus pénétrante. Enfin la médecine, sous peine de stagnation, est condamnée à chercher là le mot des énigmes que l'empirisme n'a pu découvrir. C'est assez dire tout l'intérêt que peut offrir un exposé d'ensemble de l'état actuel de l'anatomie générale.

I

L'anatomie générale est de création toute moderne. Les anciens anatomistes, bornant leurs études à l'examen superficiel des organes, négligèrent d'en explorer les profondeurs. D'ailleurs, pendant longtemps ils furent privés de l'instrument le plus indispensable aux investigations de ce genre, du microscope. Depuis Hérophile et Érasistrate, qui florissaient trois cents ans avant l'ère chrétienne et qui sont les vrais fondateurs de l'anatomie descriptive du corps humain, jusqu'à Galien, depuis Galien jusqu'à Vésale inclusivement, la grosse anatomie fut constituée presque tout entière. Un grand nombre de points restés obscurs furent éclaircis ensuite par Bérenger de Carpi, Massa, Servet, Sylvius, qui découvrit les valvules des veines, Eustachi, qui vit le canal thoracique, Varole, qui scruta le cerveau, Botal, Bauhin, Césalpin, Fabrice d'Aquapendente, et bien d'autres qui, durant le XVe et le XVIe siècle, firent graver de magnifiques planches presque aussi utiles au progrès des études anatomiques que les investigations originales le plus heureusement accomplies. — Ces connaissances, déjà étendues, furent complétées au XVIIe et au XVIIIe siècle par une série d'hommes supérieurs, et dont les noms seuls rappellent une vie laborieuse et des œuvres éclatantes. Harvey prouve en 1619 la circulation du sang; après lui, Wirsung démon-

tre le conduit pancréatique; Pecquet, le canal thoracique; Rudbeck et Thomas Bartholin, les lymphatiques; Vieussens éclaire toute la névrologie. Plus tard, Ruysch, Albinus, Haller, Boerhaave, Vinslow, Vicq d'Azyr, joignent le fruit de leurs recherches persévérantes aux résultats de leurs devanciers.

En résumé, l'anatomie descriptive du corps humain était, à la fin du XVIIIe siècle, dans un état de perfection notable. La disposition extérieure, la forme et les rapports des os, des muscles, des nerfs, des vaisseaux et des viscères étaient établis d'une façon positive et satisfaisante pour les besoins de l'art chirurgical. Grand fut l'étonnement des vieux anatomistes d'alors quand un homme de génie vint leur dire et leur prouver qu'une première moitié seulement de l'anatomie était connue, la moitié la plus superficielle et la plus grossière, et qu'une seconde moitié s'offrait aux investigations, pleine de difficultés et de surprises. Il s'agit précisément de l'anatomie générale et de Xavier Bichat, qui en est le fondateur. En effet, ces organes dont on savait les contours, l'arrangement et la topographie, n'étaient connus qu'à demi. On en ignorait la texture, la composition intime, la fine trame. On n'avait point analysé les propriétés essentielles des membranes qui les constituent. Voilà l'objet de l'anatomie nouvelle créée par Bichat. Expérimentateur hardi et ingénieux autant qu'observateur habile et clairvoyant, également versé dans la connaissance de l'homme sain et dans celle de l'homme malade, penseur profond et lucide, infatigable et merveilleusement heureux dans la recherche méthodique des faits, mesuré et circonspect dans l'établissement des principes, unissant une compréhensive

et large vue des choses à un sentiment très-juste des difficultés et des périls de l'investigation chez les êtres organisés, esprit à la fois très-positif et très-élevé, ne manquant ni d'audace ni de noble ambition, ce grand homme était appelé peut-être à réformer définitivement la biologie, si la mort ne l'eût fauché à l'âge de trente-deux ans. Ses travaux inachevés ont suffi néanmoins à la perfectionner notablement en instituant la connaissance des tissus vivants. « Tous les animaux, dit Bichat, sont un assemblage de divers organes qui, exécutant chacun une fonction, concourent chacun à sa manière à la conservation du tout. Ce sont autant de machines particulières dans la machine générale qui constitue l'individu. Or ces machines particulières sont elles-mêmes formées par plusieurs *tissus* de nature très-différente et qui forment véritablement les éléments de ces organes. » S'appuyant sur ce que ces divers tissus sont à peu près identiques d'un animal à un autre, Bichat put assigner légitimement à la science qui les étudie le nom d'anatomie générale. Non content de les décrire exactement, il entreprit l'analyse catégorique de leurs propriétés intimes. En même temps, il entrevit le rôle des humeurs fondamentales de l'économie.

La mort n'avait pas permis à Bichat d'étendre et d'appliquer à la pathologie ses découvertes d'anatomie générale, ni d'en tirer un nouveau système de médecine. Ce fut l'œuvre d'un autre homme supérieur, dont le tempérament ardent, la vigueur d'esprit surprenante et la sagacité généralisatrice ont fait une des plus originales figures de ce siècle. Broussais expliqua les maladies par l'altération des tissus. Éliminant les entités

imaginaires et les causes occultes de l'ancienne médecine, cherchant dans l'étude des fonctions normales le mécanisme des perturbations morbides, comprenant tout le prix d'une étude approfondie des propriétés de la substance organisée, ce célèbre médecin, par ses travaux sur les fièvres, les phlegmasies et la folie, transforma la doctrine de son époque. Ramenant les attributs essentiels de la matière vivante à une propriété unique, l'*irritabilité*, il essaya de montrer comme les dérangements de l'économie dérivent de l'augmentation ou de la diminution de celle-ci. C'était une hypothèse aventurée qu'il a fallu modifier plus tard, mais il avait aperçu avec une telle justesse le ressort des phénomènes de la vie, il avait pénétré si avant dans le secret de tous les modes de l'activité organique, que la médecine entière se trouva éclairée par cette proposition. Broussais avait en tout cas prouvé que la maladie ne détermine point l'apparition de propriétés nouvelles dans les parties constituantes des organes, et qu'elle résulte d'un trouble dans la manifestation complexe des propriétés ordinaires. Il avait vu comment les lois de la maladie ne sont que des cas particuliers des lois générales gouvernant l'existence des tissus animaux.

Blainville ne dépassa point Bichat en ce qui concerne les tissus, mais il comprit bien mieux que lui le rôle et l'organisation des parties liquides qu'on désigne sous le nom d'humeurs, et il en revendiqua la connaissance pour l'anatomie générale. Il traça l'histoire simultanée des tissus et des humeurs, envisagés tous deux comme parties constituantes et solidaires de l'économie. Il jeta de plus un jour nouveau sur les

systèmes formés par l'assemblage des tissus similaires. En même temps que Blainville, c'est-à-dire dans le premier tiers de ce siècle, des savants étrangers, appliquant aux tissus vivants des animaux la méthode d'observation que Mirbel avait appliquée aux tissus végétaux, découvrirent que tous ces tissus, loin d'être homogènes, sont constitués par l'enchevêtrement de corpuscules d'espèces et de formes diverses, visibles seulement au microscope, et qu'on nomme *éléments anatomiques*. Ils virent quelques-unes des cellules, des fibres et des tubes extrêmement petits qui s'associent ainsi pour former les parties solides que nous observons à l'œil nu. Gruthuisen, Hensinger, Schleiden, Schwann et d'autres développèrent ainsi le système d'anatomie générale exposé par Xavier Bichat.

L'ancienne médecine avait professé les doctrines les plus bizarres sur les liquides de l'organisme, et les avait associées de la plus étrange façon à ses systèmes sur la santé et la maladie. Pour les hippocratistes, et plus tard pour Galien, il y avait quatre humeurs : le sang, la pituite, la bile jaune et la bile noire, dont le juste tempérament constituait la santé, et dont la disproportion ou l'âcreté produisait les maladies. Les modernes se contentèrent bien longtemps de ces données illusoires, et ce n'est guère qu'au XVIII[e] siècle qu'un progrès réel fut accompli dans la connaissance des humeurs, grâce aux travaux de Rouelle le cadet. Après lui, Fourcroy, Vauquelin, Berzelius, Chevreul, Liebig, Dumas, Denis, etc., appliquant la méthode exacte des investigations chimiques à l'étude de ces intéressantes parties, firent connaître les composés chimiques, les *principes immédiats* dont elles sont formées. Ils tâ-

chèrent aussi de reconnaître et de doser ces principes dans les organes et dans les tissus de l'économie. Malheureusement la chimie ne suffit pas pour résoudre tous les problèmes de la biologie, et l'on a reconnu de nos jours que l'analyse chimique doit céder le pas à l'analyse anatomique dans l'examen de la composition des rouages de l'organisme. C'est ainsi que s'est constituée une anatomie générale plus complète que celle de Bichat, et comprenant l'étude méthodique des êtres animés à partir de leurs principes intégrants les plus rudimentaires jusqu'aux tissus complexes qui sont la trame de leurs organes.

II

Les géologues, personne ne l'ignore, décomposent les terrains en roches et les roches en minéraux, qui sont comme les éléments premiers de la croûte terrestre. C'est ainsi qu'ils distinguent dans les terrains ignés le granite, la syénite, le gneiss, la diorite, etc. Ils réduisent ensuite chacune de ces roches à un certain nombre de principes immédiats. Le granite, par exemple, fournira le feldspath, le quartz et le mica. De même il y a plusieurs degrés de complication dans l'édifice des êtres vivants, lesquels se ramènent, par une série d'analyses du même genre, à un certain nombre de principes également immédiats, c'est-à-dire de substances chimiques fondamentales. M. Robin, un

des premiers, a compris la nécessité d'organiser méthodiquement la connaissance de ces ingrédients, matériaux de toute élaboration vitale et de toute construction organique.

L'ancienne chimie admettait d'emblée que les humeurs et les tissus de l'économie sont formés d'eau, d'huile, de terre et de sel. On y ajoutait quelquefois le soufre, le phlegme et l'alcali. C'était très-vague et peu instructif. On a reconnu depuis que le nombre des principes immédiats est bien autrement considérable, et que la constitution en est très-compliquée. Les analyses de la chimie moderne ont établi la nature précise et les principales propriétés de ces corps, mais sans en systématiser la connaissance. Elles nous ont appris qu'il y a dans l'économie des matières colorantes, des matières albuminoïdes, des acides, des sels, des alcalis, des alcools, des sucres, des graisses, des éthers. M. Robin, reprenant certaines indications de M. Chevreul, mit les principes immédiats à leur vraie place et les classa en déterminant leur rôle dans les diverses parties de l'organisme. Ces principes marquent la transition de la chimie à la biologie. Envisagés individuellement dans leur composition moléculaire, dans leur fonction chimique et dans les métamorphoses qu'ils peuvent éprouver sous l'influence des réactifs, ils appartiennent à la chimie. Envisagés au point de vue de leur nombre et de leur répartition dans l'économie vivante, de la part qu'ils prennent à la formation des organes et des liquides de l'animal, des particularités qu'ils offrent suivant les âges, les espèces et les états morbides, ils appartiennent à l'anatomie générale. M. Robin a montré comment

ils s'associent et se transforment dans le cycle de la vie[1].

Les principes immédiats, groupés dans un ordre déterminé et avec une structure propre, forment des corpuscules de diverse nature, mais toujours extrêmement ténus et délicats, visibles seulement au moyen de microscopes fortement grossissants, et qu'on appelle *éléments anatomiques*. Ces éléments, en se juxtaposant et s'enchevêtrant de mille façons forment les tissus des organes, et c'est en eux que résident essentiellement toutes les énergies de l'être vivant. Plus compliqués que certains infusoires (monades, amibes), ils représentent de petits organismes constituant par leur fédération l'organisme de l'individu. Aussi les explications physiologiques de la science moderne n'ont plus d'autre objet que d'atteindre, par les procédés d'une sagace analyse, ces monades actives qui se comptent par milliards. Ce sont les corps simples de la biologie, non moins indispensables à l'interprétation des faits vitaux que ceux dont on doit la découverte au génie de Lavoisier le furent à la connaissance des faits chimiques. On distingue parmi les éléments anatomiques les cellules, les fibres et les tubes. Les cellules sont des corpuscules sphéroïdaux, polyédriques ou discoïdes, dont les dimensions à peu près égales en tout sens varient de 5 millièmes à 1 dixième de millimètre. Elles sont formées d'une masse fondamentale possédant rarement une cavité, mais au sein de laquelle on distingue souvent un ou plusieurs noyaux pourvus quelquefois de noyaux secondaires. Ces élé-

[1] Voyez à ce sujet l'introduction de mon livre sur les *Humeurs*.

ments sont les plus répandus dans l'économie. La forme cellulaire appartient en effet aux globules blancs et rouges du sang, aux éléments des os et de la moelle des os, aux éléments de la substance nerveuse centrale et des ganglions, à ceux de l'épiderme, etc. La forme des diverses cellules varie considérablement d'une espèce à l'autre. Quelques-unes affectent même des figures très-bizarres. Les cellules multipolaires de la substance nerveuse centrale ressemblent à des poulpes aux bras étranges. D'autres sont étoilées, d'autres en forme de fuseau, etc. Les fibres ont la forme d'un ruban étroit, allongé et très-mince, renfermant quelquefois un ou plusieurs noyaux. Les éléments fondamentaux des muscles sont des fibres de deux sortes : celles de la vie organique, qui sont lisses et dont la longueur varie entre $0^{mm},06$ et $0^{mm},5$, et celles de la vie animale, qui sont striées et bien plus petites. Le tissu conjonctif et le tissu élastique sont constitués aussi par des fibres spéciales. Les éléments ayant forme de tubes sont le périnèvre, qui entoure les faisceaux primitifs des tubes nerveux dans les nerfs de la vie animale et dans les filets blancs du grand sympathique; le myolemme, qui enveloppe les faisceaux primitifs des fibres musculaires de la vie animale; les vaisseaux capillaires, les tubes des glandes et des parenchymes, et enfin les tubes nerveux. Ces derniers, qui constituent la plus grande partie des nerfs, ont un diamètre qui varie de $0^{m},01$ à $0^{m}, 001$. Mirbel écrivait en 1835 que les cellules ou utricules sont autant d'individus vivants, jouissant chacun de la propriété de croître, de se multiplier, de se modifier dans certaines limites, travaillant en commun à l'édi-

fication de la plante dont elles deviennent elles-mêmes les matériaux constituants. Il ajoutait, comme l'avait déjà exprimé Turpin en 1818, que la plante est ainsi un *être collectif*. On doit en dire autant aujourd'hui de l'animal. C'est un être collectif formé par l'agglomération des fibres, tubes et cellules que nous venons de caractériser. Nous ne sommes que des fédérations d'éléments anatomiques.

Jusqu'à M. Robin, on avait plus ou moins confondu les éléments anatomiques avec les tissus. On n'en avait précisé ni le rôle, ni les caractères biologiques. On avait expliqué les phénomènes sans remonter jusqu'à ces corpuscules, qui en sont le siége initial. Ce savant les a considérés pour la première fois comme devant former l'objet d'une branche spéciale de l'anatomie. De plus il a découvert un certain nombre d'entre eux qui avaient jusqu'alors échappé à l'investigation microscopique, à savoir : le périnèvre dans les nerfs, les médullocèles et les myéloplaxes dans la moelle des os; il a dévoilé les attributions ignorées de plusieurs autres, tels que les leucocytes, les cellules nerveuses des ganglions, les divers épithéliums; enfin il a répandu un jour nouveau sur l'histoire de tous en décrivant les particularités de leur naissance et de leur développement.

Rien de plus instructif et de plus attrayant que l'étude des éléments anatomiques. Ils sont invisibles à notre œil, mais ils ne sont pas moins les ardents foyers où brûle le feu de la vie. C'est en eux et par eux qu'elle commence et se constitue, c'est en eux que successivement apparaissent les attributs fondamentaux qui donnent lieu aux manifestations les plus élevées

de l'existence animale. Véritables microcosmes, vivant chacun d'une vie propre et indépendante, ils sont doués de propriétés essentielles qui rendent compte de tous les actes vitaux. Leur composition en principes immédiats est très-complexe. Elle est aussi mobile que leur structure est délicate. Soumis à une rénovation moléculaire continuelle, assimilant sans cesse de nouveaux matériaux et sans cesse se débarrassant d'une portion de leur substance, ils sont dans un état de métamorphose permanente. Ce renouvellement perpétuel est précisément la *nutrition*, caractère absolu des êtres organisés. Point de vie sans nutrition. L'humble vibrion se nourrit comme le mammifère le plus perfectionné, la plus infime moisissure comme le cèdre gigantesque. Toutes les autres propriétés des corps vivants sont subordonnées à celle-là, qui en est la condition première et le trait le plus spécifique de la vie. Un autre caractère des éléments anatomiques est l'*évolution*, bien distincte de la nutrition. Ces petits corps, au moment où ils apparaissent, ne sont pas semblables à ce qu'ils doivent être plus tard. A mesure qu'on s'éloigne de l'instant de leur naissance, on observe qu'ils offrent un aspect différent de celui qu'ils avaient antérieurement. Ils acquièrent un volume plus considérable et se compliquent de parties nouvelles, de formes plus parfaites, qui disparaîtront à leur tour, en sorte que chaque élément trace ainsi une courbe évolutive dont le sommet, représentant l'état adulte, est atteint plus ou moins rapidement.

Si la nutrition et l'évolution appartiennent à tous les éléments anatomiques, la *contractilité* est l'apanage d'un très-petit nombre d'entre eux. Elle est propre

aux fibres musculaires, où elle présente deux modes. Dans les fibres musculaires striées de la vie animale, elle est brusque et rapide ; dans les fibres lisses de la vie organique, elle se fait avec lenteur. C'est de cette propriété que dépendent tout mouvement et toute locomotion, puisque c'est elle qui donne la force aux muscles.

L'*innervation* est la propriété des éléments nerveux. Les manifestations en sont complexes et diversifiées, mais elle est surtout caractérisée par ce fait que, loin de borner son rôle à une action locale, elle rayonne à distance et transporte au loin son influence. La cellule nerveuse trouve en effet dans les tubes nerveux qui en émanent, dans la cellule congénère qui lui est annexée, soit des appareils conducteurs chargés d'exporter la force qu'elle produit, soit un véritable appareil *récepteur* chargé d'emmagasiner cette force et de la propager à distance sous une nouvelle forme. Véritable couple électro-dynamique, comme l'a si bien exprimé M. Luys, l'appareil nerveux ainsi réduit à sa plus simple expression engendre lui-même la force qu'il transmet à distance. Il la conduit, la reçoit et la transforme à l'instar des appareils de transmission électrique, qui représentent dans l'appareil générateur d'électricité la cellule d'émission, dans le fil interposé le tube nerveux, et dans la cellule située à l'autre extrémité du tube l'appareil récepteur destiné à enregistrer et à traduire sous une forme nouvelle l'incitation du départ. Cette force, tantôt centripète comme la sensibilité, tantôt centrifuge comme la pensée, est aussi centripète et centrifuge à la fois comme la motricité. Mais ce qu'il y a de plus caractéristique dans

les actes d'innervation, c'est leur spontanéité. Les cellules nerveuses ont la propriété de conserver l'impression des agents extérieurs qui ont influé sur elles et de persister pendant un temps plus ou moins prolongé dans cet état où elles ont été artificiellement placées. C'est ainsi que dans l'ordre physique la lumière communique aux corps qu'elle a frappés pendant un instant une véritable activité et les rend *phosphorescents* plus ou moins longtemps. Cette aptitude à conserver en dépôt les impressions extérieures, qui est l'apanage presque exclusif des cellules nerveuses, peut persister pendant un temps indéfini à l'état latent, se perdre à la longue et ne se révéler derechef que sous l'influence évocatrice de la première impression, ou bien sous celle des cellules ambiantes, qui sont en quelque sorte de nouveaux foyers d'incitations secondaires. De même que l'on voit des corps, devenus phosphorescents sous l'influence de l'insolation, perdre insensiblement cette propriété et la récupérer à l'aide d'une autre source de phosphorescence, la chaleur par exemple, de même la réceptivité des cellules peut être rétablie soit sous l'influence de la cause première, soit sous l'influence d'une autre source d'incitation. Remarquons enfin, et c'est ici le point le plus important de l'innervation cérébrale, que les cellules une fois ébranlées par l'arrivée des impressions extérieures, n'en restent pas là. Cet état dans lequel elles se trouvent après leur *imprégnation* par l'impression extérieure, et que M. Luys assimile à la phosphorescence, se communique de proche en proche, et va, par une série d'ébranlements intermédiaires, susciter la mise en activité de nouveaux groupes de cellules situés à

d'autres pôles, et qui se mettent à l'unisson des premiers en provoquant à leur tour de nouvelles incitations. Tels sont les traits principaux sous lesquels apparaît et fonctionne l'innervation, cette propriété qui, rudimentaire et presque imperceptible chez les animaux inférieurs, s'élève chez les animaux supérieurs et les élève eux-mêmes à un si haut degré de perfection. Quelle que soit du reste la cause première des actes les plus éminents de notre vie affective et intellectuelle, nous ne sentons, voulons, imaginons et comprenons que par le moyen de ces corpuscules nerveux répartis dans notre économie et doués de cette faculté, sans analogue ailleurs, de recevoir, de conduire, de percevoir, d'emmagasiner, de modifier les impressions.

Voici donc un premier et fondamental enseignement fourni par l'étude des éléments anatomiques : le jeu des organismes animaux se ramène à quatre activités essentielles et simples, nutrition, évolution, contractilité et innervation. A la fois distinctes et solidaires, tantôt confusément emmêlées, tantôt visiblement séparées, consubstantielles avec les éléments anatomiques par où se manifeste leur existence, pouvant revêtir des apparences variées et multiples, ces propriétés sont les ressorts de toutes les mécaniques vivantes. Dans les machines qui émanent de l'industrie humaine, une seule force se transforme pour accomplir les effets les plus divers. Chez les animaux, plusieurs forces diverses ont pour emploi, à travers mille enchevêtrements et complications, d'assurer la perpétuité de l'espèce par le fonctionnement de l'individu.

Nous sommes ainsi amenés à parler de la génération

des éléments anatomiques. Ce problème est doublement grave. D'abord il abonde en difficultés de toute sorte, tant ici les observations sont minutieuses, le sens est enclin à s'abuser, l'esprit prompt à s'égarer. Ensuite il touche aux plus redoutables questions, non-seulement de l'anatomie générale, mais encore de la philosophie naturelle, puisqu'il se confond avec l'étude de la génération des êtres organisés en général. Les recherches de M. Robin ont contribué dans une large mesure aux progrès de la connaissance de ces obscurs phénomènes.

Toute substance organisée, qui se nourrit et se développe, détermine dans son voisinage l'apparition de nouveaux éléments anatomiques. Elle tend à créer autour d'elle de nouvelles formes et une nouvelle activité. Un élément peut en engendrer un autre en se *segmentant*, c'est-à-dire en se fractionnant en deux ou plusieurs parties. Dans les cellules à noyaux, on observe d'abord le fractionnement du noyau, puis ensuite l'*individualisation* du contenu de la cellule autour des petits noyaux secondaires ainsi formés. Une cellule est ainsi l'origine de trois ou quatres cellules nouvelles qui deviennent chacune le siége d'un phénomène identique. Il y a là comme un cloisonnement opéré dans le contenu de la cellule en train de grandir. La *gemmation* est un second mode de production des éléments anatomiques. Dans ce cas, il se forme en un des points de l'élément mère une saillie ou hernie d'où résulte un autre élément distinct du premier. Et ce fait, comme celui de la segmentation, est bien plutôt une reproduction qu'une naissance.

Arrivons au troisième mode. Ici les éléments anato-

miques *naissent* de toutes pièces au sein et aux dépens d'un liquide vivant émané d'éléments anatomiques déjà existants. Ce liquide, appelé *blastème*, est formé de principes immédiats provenant d'une transsudation de la substance organisée dans les interstices de laquelle il s'écoule. Le blastème est le liquide fécond par excellence, le lieu dissimulé où sont condensées les forces créatrices de la vie, se manifestant par une élaboration continuelle de cellules, de fibres et de tubes qui sont le rudiment des tissus et des organes. On y voit d'abord apparaître un noyau très-petit qui s'entoure peu à peu de matière solidifiée, laquelle finit par acquérir une figure déterminée et une structure propre. Les éléments du tissu des plantes se forment de même au sein d'un liquide mucilagineux appelé *cambium*, et dans lequel les instruments les plus perfectionnés ne décèlent que de la matière amorphe. Il y a autant de blastèmes différents qu'il y a de tissus; en d'autres termes, les éléments anatomiques de chaque tissu laissent suinter entre eux des liqueurs génératrices où naissent des éléments pareils. Nous aurons occasion plus loin d'en signaler d'intéressants exemples.

Cette éclosion de molécules vivantes dans la masse des blastèmes, démontrée par les innombrables observations de M. Robin, vérifiée par celles de beaucoup d'autres savants[1], est une véritable *génération spontanée*. En effet, des corpuscules organisés se développent ici sans germes ni parents, au milieu d'un liquide où rien ne pouvait autoriser quelques instants auparavant à prédire leur apparition. Seulement ce liquide

[1] Voyez les travaux récents de MM. Onimus, Feltz, etc.

dépend d'un organisme vivant, c'est-à-dire dont les particules élémentaires sont elles-mêmes en voie de rénovation moléculaire continue. En dehors de ces faits, on n'a pu établir avec certitude, du moins jusqu'à présent, que des êtres même microscopiques puissent se produire avec le seul concours des forces physico-chimiques. Les expériences nombreuses qui ont été, il y a quelques années, l'origine de débats si passionnés et si vifs, prouvent qu'un liquide ou qu'une infusion observés dans les vaisseaux d'un laboratoire restent absolument inféconds tant qu'on les soustrait au contact des germes et des spores charriés par l'atmosphère. Ce résultat, démontré par M. Pasteur, ne laisse subsister aucun des arguments invoqués à l'appui de l'hétérogénie.

Les trois modes de naissance que nous venons d'étudier sont les modes mêmes de génération des êtres vivants, puisque ceux-ci commencent invariablement par des éléments anatomiques. Pour donner une idée plus claire de ces opérations naturelles si curieuses, voyons ce qui se passe dans le granule organisé qui est le point de départ de la formation et du développement de l'embryon, c'est-à-dire dans l'ovule. Nous y constaterons ces trois modes en action.

L'ovule est un petit globule de 1 à 2 dixièmes de millimètre de diamètre, c'est-à-dire gros comme un grain de sable à peine visible. Il se compose d'une sphère enveloppante, appelée *membrane vitelline*, où se trouve une matière gélatineuse demi-liquide à laquelle on a donné le nom de *vitellus*[1]. Le vitellus

[1] Les œufs d'oiseaux contiennent à leur centre l'ovule, dont le dé-

offre à son tour une sorte de noyau qui est la *vésicule germinative* ou de *Purkinje*. Ainsi l'ovule présente à son début les caractères d'une véritable cellule, mais il acquiert en se développant des dimensions et une structure qui l'en distinguent bientôt et en font un organe spécial. Quand il est arrivé à la période de maturité, la vésicule germinative disparait, et sa substance se confond avec celle du vitellus. En même temps ce dernier se retire sur lui-même et se contracte. Il se produit entre lui et la paroi de la membrane vitelline un espace qui se remplit d'un liquide clair. C'est à ce moment que survient le phénomène de la *fécondation*, lequel est dû à la pénétration des spermatozoaires qui s'introduisent dans l'espace nouveau que nous avons signalé. Alors le vitellus se déforme et accomplit pendant quelques minutes une série de mouvements giratoires très-variés étudiés par M. Robin. Simultanément les spermatozoaires — qui sont, ainsi que M. Robin l'a démontré, de véritables éléments anatomiques provenant d'ovules mâles analogues aux cellules embryonnaires des ovules femelles, — les spermatozoaires se liquéfient, et mélangent ainsi la substance du père à celle de la mère qu'ils imprègnent. On voit ensuite un fait très-curieux découvert et étudié aussi par M. Robin, la production des *globules polaires*. Ces globules sont de petites éminences qui naissent par *gemmation* à la surface du vitellus. Ils marquent le point où commencera plus tard la dépression, puis le fractionnement de celui-ci. Au même moment, un nouveau

veloppement, au lieu de se faire au moyen de matériaux fournis directement par la mère, se fait aux dépens de ceux qui sont contenus dans l'œuf, c'est-à-dire du blanc et du jaune.

noyau, le *noyau vitellin*, naît de toutes pièces, par *genèse spontanée*, au sein de la masse primitive. Ce noyau se fractionne et se segmente en plusieurs noyaux autour desquels s'individualise la substance du vitellus, et il se constitue ainsi des cellules qui vont former, en se juxtaposant contre la paroi de la membrane vitelline, une autre membrane dite *blastoderme*. Cette *segmentation* du vitellus, découverte en 1824 par Prévost et Dumas, est extrêmement importante, attendu que les premiers éléments de l'embryon procèdent directement des cellules blastodermiques. Il faut noter que chez les insectes et les araignées, ainsi que M. Robin l'a découvert, le vitellus ne se segmente pas. Chez ces petits êtres, les cellules du blastoderme se forment par gemmation de la partie superficielle du vitellus, c'est-à-dire que les globules polaires, au lieu de se développer en un seul point de celui-ci, apparaissent sur toute sa surface pour constituer la membrane blastodermique. En résumé, le mécanisme essentiel de la génération se réduit à la série suivante de phénomènes s'accomplissant au sein de l'ovule ou de l'œuf dans un temps qui varie de douze à vingt-quatre heures : 1° disparition de la vésicule germinative, 2° retrait du vitellus, 3° pénétration des spermatozoaires, 4° déformation et giration du vitellus, 5° production des globules polaires par gemmation, 6° naissance du noyau vitellin par genèse, 7° segmentation du vitellus, 8° constitution du blastoderme, 9° formation de la tache embryonnaire, 10° apparition des premiers éléments définitifs de l'embryon. On le voit, le nouvel être, formé d'éléments anatomiques bien constitués, n'en a reçu aucun de sa mère. Ce n'est que molécule à molécule que lui sont

arrivés, au travers des membranes d'enveloppe, les matériaux qui ont concouru à la production graduelle de ces éléments.

La doctrine de M. Robin relative à la genèse des éléments anatomiques au sein des blastèmes n'est pas admise par certains médecins allemands qui continuent de recevoir la *théorie cellulaire* établie en physiologie végétale par Schleiden vers 1838, étendue plus tard à la physiologie animale par Schwann. Cette théorie admet que tous les éléments anatomiques des animaux proviennent des transformations successives et directes de la cellule. Une cellule unique et primordiale est la source des éléments les plus dissemblables, éléments nerveux, éléments musculaires, etc. La cellule naît de la cellule par *prolifération*, les autres éléments en naissent par *métamorphose*. L'organisme le plus compliqué dérive ainsi par une série de transfigurations variées d'un simple utricule rudimentaire. C'est, comme on voit, la doctrine de Lamarck et de Darwin appliquée à l'embryogénie. La question est importante. Elle a donné lieu à de récents et célèbres débats, et peut-être convient-il de la discuter rapidement ici.

Omnis cellula e cellula, disent les partisans de la théorie de Schwann. Cela se concevrait aisément, s'il n'y avait dans l'économie que des cellules semblables; mais il s'y trouve quantité d'éléments tellement distincts, que l'esprit ne peut comprendre comment les uns seraient *émis* par les autres. Il se refuse par exemple à admettre que des leucocytes, attaquables par l'eau, solubles dans l'acide acétique, proviennent, par prolifération, soit des noyaux du tissu cellulaire, soit des noyaux épithéliaux inattaquables par ces réactifs. On a

de la peine à croire que des fils ressemblent si peu à leurs pères. On ne conçoit pas comment des fibres musculaires et des tubes nerveux peuvent émaner de globules absolument dissemblables sous le rapport de la composition comme sous celui des propriétés. Jamais, du reste, une telle filiation n'a été directement constatée. On observe bien que des cellules individualisées par segmentation sont le siége d'une scission qui donne naissance à d'autres cellules; mais cela n'arrive que quand les cellules mères ont atteint ou dépassé leur entier développement et leurs dimensions normales. Or ce fait, qui est devenu le point de départ de la théorie cellulaire, est un pur phénomène d'évolution et non un fait de production. Les auteurs de cette théorie ont également méconnu, faute d'observer avec assez de soin et de continuité, ce qui se passe lorsqu'on voit succéder à certains éléments anatomiques d'autres éléments d'espèce différente, à savoir la liquéfaction des premiers, puis la formation d'un blastème dans lequel naissent les seconds. C'est une véritable *genèse par substitution*, comme l'a nommée M. Robin, et non une émission directe, une prolifération, ainsi qu'on l'enseigne dans les écoles d'outre-Rhin. Il y a là plusieurs phases qui ont échappé à l'observation des médecins trop systématiques de Würzbourg et de Berlin, mais que les savants français ont établies d'une façon irrévocable, n'étant point aveuglés comme les premiers par une idée préconçue. Ce que les mêmes Allemands ont appelé *génération endogène*, c'est-à-dire génération dans l'intérieur d'une cellule, est un mode également exceptionnel de la naissance des éléments anatomiques, mais en aucune façon contradic-

toire avec ceux que nous avons énumérés, et nullement suffisant à étayer la doctrine de Schwann. La théorie cellulaire est une doctrine aussi trompeuse que commode et séduisante. C'est une des erreurs nombreuses qu'a introduites dans la science allemande cette philosophie de la nature, si fort goûtée des contemporains de Schelling et d'Oken, et dont on trouve encore aujourd'hui des traces dans les ouvrages de plusieurs savants distingués d'Allemagne. Favorable au penchant qui nous porte à vouloir confondre les choses les plus disparates dans une chimérique unité, il n'est pas étonnant qu'elle ait fait si longtemps illusion à des esprits pour qui tout était réel, excepté la réalité elle-même.

Certains biologistes de la même école ont été conduits, par une méprise analogue, à imaginer une prétendue propriété inhérente aux tissus vivants, et consistant dans le pouvoir qu'ils ont d'entrer en activité sous les influences les plus diverses. Ils ont donné le nom d'*irritabilité* à cette propriété, la même que Broussais considérait jadis comme spécifique et dont il avait fait le principal étai de sa doctrine. Cette irritabilité, ni autonome ni spécifique, n'est autre chose que la manifestation de l'une des cinq propriétés fondamentales de la substance organisée. Du moins elle s'y ramène toujours, ainsi que l'a montré M. Robin, et ne saurait à aucun point de vue être envisagée comme une propriété nouvelle. C'est parce que les éléments anatomiques sont dans un état de métamorphose permanente qu'un rien peut en troubler l'équilibre et déterminer ce qu'on appelle l'irritation. Qu'un seul atome de leur masse vienne à éprouver un dérangement quelconque, le

reste en subit le contre-coup, et toutes les propriétés de l'élément sont sollicitées diversement. La chaleur, le froid, l'électricité, les substances chimiques, en un mot les causes capables de modifier l'état moléculaire des éléments agissent ainsi sur la substance organisée. C'est l'instabilité du système de tels changements incessants et fugitifs qui la rend si sensible à toutes les influences, si *irritable;* mais encore une fois les irritants ne provoquent en elle rien d'autre que la manifestation des propriétés que nous avons mentionnées.

Fendez un atome, dit un poëte persan, vous y trouverez un soleil. De même l'élément anatomique, scruté en ses profondeurs, nous donne le spectacle grandiose de la vie. Il nous en dévoile les rouages cachés, les énergies dissimulées, les ressorts latents, les forces sourdes : lumineux enseignements qui ont renouvelé les conceptions philosophiques sur le monde animé.

III

Nous voici ramenés, après un assez long circuit, aux *tissus* de Bichat. En effet, c'est par l'agglomération ou l'entre-croisement en mille sens divers des éléments anatomiques que sont formés ces tissus, lesquels à leur tour se mélangent pour constituer les organes. L'étude des tissus ou *histologie* est certainement la partie de l'anatomie qui a séduit le plus, par ses étonnantes et précieuses révélations, les médecins et les

physiologistes contemporains. Le nombre des éléments anatomiques qui concourent à la formation d'une partie donnée de tissu ne saurait être supputé, pas plus que celui des grains de sable du bord de l'Océan. Quand on songe que ces éléments, ayant forme de cellules, de fibres et de tubes, se mesurent par millièmes de millimètre, il est clair qu'un lambeau de peau ou de muscle, qu'un fragment de cerveau ou d'os en contient des quantités immenses. Du reste, cette question n'a qu'un intérêt secondaire. Ce qu'il est important de connaître, c'est la disposition de ces éléments et l'ordre dans lequel ils s'arrangent pour constituer le tissu ; en un mot, c'est la *texture* de ce dernier. A part les tissus *produits* qui résultent de la simple juxtaposition d'éléments anatomiques de la même espèce, tous les autres tissus offrent une *espèce* d'élément dite *fondamentale*, parce qu'elle prédomine et donne au tissu ses principales propriétés, tout en étant associée à d'autres espèces dites *accessoires*. Les tissus produits offrent ainsi le degré de texture le plus simple, et ne renferment point de vaisseaux à l'état normal. De ce nombre sont le tissu épidermique ou épithélial, le tissu des ongles et des cornes, qui sont formés exclusivement de cellules épithéliales, le tissu du cristallin, qui est formé de fibres disposées en couches concentriques, etc. Les autres tissus, c'est-à-dire l'immense majorité, offrent une texture bien compliquée. Plusieurs espèces distinctes d'éléments anatomiques sont ici associées en un groupement défini. Le rôle du tissu est la somme des propriétés inhérentes à chaque espèce d'élément, avec prédominance des caractères de l'élément fondamental. Les éléments accessoires tempèrent en quel-

que sorte l'activité trop grande de ce dernier, et contribuent aussi à donner à ce tissu des propriétés d'ordre secondaire, mais indispensables à l'accomplissement de son rôle, qui est ainsi la résultante de propriétés multiples. Lorsqu'on examine au microscope la texture de ces trames organiques, on est souvent surpris de la complexité prodigieuse qu'elle manifeste. Rien de curieux comme la disposition et l'arrangement de tous ces petits centres de vie, les uns ronds, les autres polyédriques, les autres filamenteux, les autres tubulaires, et tous si petits que le plus humble ciron est un monstre à côté d'eux. Tantôt les fibres s'emmêlent d'une façon inextricable, comme des lianes épaisses autour d'un tronc séculaire; tantôt c'est un réseau bizarre formé par les capillaires aux mailles fines et dans lequel les cellules se pressent en se déformant; tantôt ce sont des grappes où des follicules sont disposés le long d'un canal tortueux; tantôt ce sont des couches superposées rappelant les strates géologiques. Bref, la disposition des éléments est très-diversifiée, et si l'on peut dire que les tissus sont des mots dont les éléments anatomiques représentent les lettres, il faut ajouter que l'ordre de ces dernières y est bien autrement compliqué que dans les termes du langage articulé.

Le tissu nerveux, vrai chef-d'œuvre de la puissance vitale, n'est bien connu que depuis que l'histologie nous a révélé tous les éléments de cette pulpe blanchâtre et frêle. La structure des ganglions, les connexions qu'ils ont avec les nerfs, la différence des tubes nerveux et des cellules nerveuses, ont été établies par M. Robin. C'est lui aussi qui a découvert les

vaisseaux lymphatiques de la substance cérébrale. Ces lymphatiques circonscrivent les vaisseaux sanguins qui parcourent le tissu nerveux central, de telle sorte que ces derniers sont complétement engaînés dans les premiers. La lymphe circule avec ses globules entre la surface interne du lymphatique et la surface externe du capillaire qui occupe le centre. La texture de la moelle des os, du placenta, de la vésicule ombilicale, de la peau, des artères, du pancréas, a été éclairée d'une vive lumière par les recherches du même observateur. On peut même dire que, sur les trente tissus de l'économie, il n'y en a pas un seul dont il n'ait contribué à mieux faire connaître la nature. Et cette besogne accomplie lui en a suggéré une autre, à savoir la comparaison des mêmes parties organiques entre elles aux diverses périodes de leur existence, c'est-à-dire l'établissement de l'anatomie générale comparative. Dans ce vaste champ, et si peu exploré avant lui, de la comparaison histologique, M. Robin a recueilli de précieuses vérités pour l'ensemble de la biologie.

Nous avons vu que les tissus normaux de l'organisme se composent d'un élément anatomique fondamental et d'un certain nombre d'éléments accessoires. L'art médical a tiré de la découverte de cet ordre de faits des lumières complétement inattendues. Les travaux des micrographes modernes, et principalement de MM. Hannover, Lebert, Virchow, Robin, Broca, Follin, etc., ont établi en effet que toutes les productions morbides, et en particulier celles qu'on connaît sous les noms de *tumeurs*, de *kystes*, de *polypes*, de *cancers*, de *squirrhes*, de *tubercules*, etc., proviennent tout simplement de la formation surabondante, excessive, de l'un de ces

éléments accessoires. Il est démontré aujourd'hui que ces *néoplasies*, d'une apparence si souvent repoussante et où se dissimulent les germes de la mort, ne renferment rien d'étranger à l'organisme sain et ne sont caractérisées par aucune substance spéciale née sous l'influence de la maladie. Elles sont dues tantôt à l'*hypergénèse*, c'est-à-dire à une agglomération extraordinaire de tel élément accessoire participant à la composition normale du tissu où elles se développent, tantôt à l'*hétérotopie* de tel autre élément, c'est-à-dire à l'apparition de cet élément là où il ne se produit point d'ordinaire. Le cancer, par exemple, l'affreux cancer, qui envahit et qui ronge, est constitué uniquement — qui l'aurait cru? — par un développement exagéré de cellules épithéliales identiques à celle de notre épiderme, ou n'en différant que par des particularités dont l'origine s'explique aisément. La phthisie, ce fléau terrible qui décime notre espèce, est causée par le développement d'une matière dite tuberculeuse, composée de noyaux épithéliaux embryoplastiques devenus granuleux et graisseux, et mélangés à des corps fusiformes, tous éléments qui se trouvent dans l'organisme normal. Le poumon est ainsi envahi et détruit par des productions d'un aspect caséeux, nées sous l'influence de la même loi que les productions normales, mais dans d'autres conditions. L'*hétérotopie* nous révèle d'autres phénomènes non moins singuliers. On a trouvé, dans l'ovaire, des kystes contenant à leur paroi intérieure un véritable derme pourvu de papilles, d'épiderme, de follicules pileux, de poils et de glandes sudoripares. On a même vu des dents se développer dans l'abdomen. Tous ces organes sont nés accidentel-

lement dans ces régions, y ayant trouvé réunies par un concours fortuit les circonstances favorables à leur apparition. M. Robin, a observé au voisinage de certaines glandes du corps, la formation de petites masses composées entièrement de tissu identique à celui de la mamelle. D'autre part, les expériences récentes de M. Ollier et M. Goujon, confirmatives de celles de Flourens, nous ont appris que des os peuvent se produire dans tous les points de l'organisme où se trouve transporté du périoste ou de la moelle fraîche, dans le ventre par exemple. Cette formation extraordinaire de substance osseuse n'a pas encore été observée à l'état spontané, mais il est facile de la réaliser par l'expérience sur les animaux.

La formation du tissu cicatriciel n'est pas autre chose qu'une régénération du tissu lamineux de la peau, et tous les tissus, à l'exception d'un seul, peuvent se régénérer ainsi dans l'organisme, lorsqu'on les y a détruits par un procédé quelconque. Et ils se régénèrent suivant les mêmes principes qui président à leur apparition et à leur développement embryonnaires. M. Robin, qui a formulé cette loi, l'étend aussi à la production des tissus morbides. Outre la régénération des tissus, le naturaliste constate aussi celle de plusieurs organes. Les travaux célèbres de Spallanzani ont mis hors de doute la reproduction de la queue et des membres chez la salamandre. De tout temps la régénération de la queue chez les lézards a été connue, seulement on n'avait point observé de vertèbres dans cet appendice de nouvelle formation. M. Charles Legros a vu dernièrement que les vertèbres y apparaissent au bout de deux ans après l'amputation. Il a obtenu aussi la re-

production totale des yeux et d'une portion de la tête chez des salamandres auxquelles il avait enlevé avec des ciseaux la tête tout entière, en respectant toutefois le cerveau. Il a déterminé également la régénération de la queue chez des loirs ; seulement il n'a pu conserver ces animaux assez longtemps pour donner aux vertèbres le temps d'apparaître à l'intérieur de l'organe.

Ces phénomènes nous montrent une même loi régissant les manifestations diverses de la puissance évolutive dans la maladie comme dans la santé. On trouve dans les faits déjà très-anciens de *greffe animale* d'autres singulières preuves de cette puissance. Les travaux de M. Bert ont montré, à un nouveau point de vue, comment certains organes animaux pouvaient être déplacés et transportés, pour continuer à y vivre, dans une région de l'économie qui n'est pas leur siége normal. On peut même transporter, greffer des tissus d'une espèce animale à une autre espèce, injecter les globules sanguins d'un animal dans les vaisseaux d'un animal d'espèce différente, et ces globules remplissent à cette nouvelle place leur rôle propre. Il y a des cas dans lesquels des animaux, y compris l'homme, mis dans l'état de mort apparente par la perte de leur sang, ont été ranimés par la transfusion du sang d'un être de même espèce, quel qu'en fût le sexe ; on sait de plus que du sang d'agneau et de veau a été injecté dans les veines d'hommes qui ont survécu ; qu'il en a été de même dans les cas de transfusion du sang d'homme au chien, de celui de la brebis et du veau au chien, du veau à la brebis et au chamois, de celui du chien, du lapin et du cabiai à la poule et au coq. Ces phénomènes de physiologie, joints au résultat des observations anatomiques, ne

laissent aucun doute sur l'identité spécifique des éléments dans toute la série animale.

Cette identité reconnue pour les solides s'étend aussi aux liquides de l'économie vivante, et ces liquides sont des parties non moins indispensables à l'accomplissement des phénomènes vitaux. Formées par un mélange de principes immédiats nombreux dissous dans l'eau à l'aide les uns des autres, et tenant souvent une, deux ou trois espèces d'éléments anatomiques en suspension, les humeurs sont plus complexes que les éléments anatomiques et moins complexes que les tissus. Longtemps l'apanage exclusif des chimistes, l'étude des humeurs, grâce à M. Robin, a repris sa place naturelle et légitime dans le cadre des études anatomiques. Ces organes mobiles sont étudiés avec la même méthode, les mêmes procédés et dans le même esprit de subordination aux actes physiologiques et pathologiques que les organes immobiles et consistants situés dans une position fixe.

M. Robin a donc fait pour les humeurs ce qu'il avait fait déjà pour les principes immédiats et les éléments anatomiques. Il les a mises à leur vraie place, les a classées et en a indiqué le rôle dans l'ensemble des actes organiques. Il divise les liquides animaux en trois classes : les *humeurs constituantes*, les *sécrétions* et les *excrétions*. Et c'est vraiment une satisfaction pour l'esprit que le tableau qu'il nous donne des rapports de ces trois classes dans le système des opérations de la vie. Les humeurs constituantes, sang, chyle et lymphe, portant partout dans l'intimité des tissus et des organes les matériaux nutritifs destinés à l'assimilation et l'oxygène destiné à faciliter le travail de la nutrition, sont les fluides vivifiants par excellence. Ils baignent tout

l'organisme, ils l'arrosent perpétuellement de force et de chaleur, ils l'entretiennent dans son harmonie et dans son intégrité. Ce sont de vrais *milieux* organiques intermédiaires entre le milieu extérieur dans lequel plonge l'individu et les éléments anatomiques situés dans les profondeurs du corps. Ils sont *organisés* et doués de nutrition, c'est-à-dire que la substance s'en renouvelle moléculairement d'une façon continue. Tandis que les sécrétions et surtout les excrétions sont des liquides dénués de vie, fabriquées par les glandes et les parenchymes aux dépens du sang, le sang se fabrique pour ainsi dire lui-même avec les matériaux qu'il reçoit tant par la voie du poumon que par celle du canal digestif tout entier. Le sang est un laboratoire où les métamorphoses les plus variées et les plus insaisissables s'accomplissent dans des moments très-petits, si petits qu'il est impossible à l'œil du biologiste d'en surprendre toutes les phases et d'en suivre la succession précipitée. La chimie tout entière que nous connaissons se déroule dans ce laboratoire ; mais il s'en déroule une autre qui nous échappe et dont nous ne faisons qu'entrevoir les lois. En effet, ces principes immédiats qui entrent dans le sang sous forme de matière grasse, de matière sucrée et de matière albuminoïde, qui en sortent sous forme de cholestérine, de leucine, de tyrosine, d'urée, de créatine, etc., ne passent pas d'emblée d'un état à l'autre. Durant tout le cours des combustions respiratoires, ils éprouvent mille modifications isomériques et transformations spécifiques que nous ignorons. Nous ne surprenons que le commencement et la fin du phénomène, mais le milieu se dérobe à nous. Pas une molécule organique n'y

est identique à elle-même dans deux instants consécutifs. Il se fait là, dans ces myriades de capillaires, un travail dont nous n'avons aucune idée. Ces métamorphoses sont de véritables équations chimiques en mouvement, ce sont les séries mathématiques de la vie analogues à celles que le calcul infinitésimal étudie. Quand viendra le Leibniz qui nous dévoilera les procédés d'analyse applicables au sang qui brûle?

Quoi qu'il en soit, cette mobilité du liquide sanguin est justement ce qui le rend susceptible d'éprouver des modifications de toute sorte sous l'influence des matières miasmatiques que renferme quelquefois l'atmosphère. La substance albuminoïde, qui est la partie fondamentale du plasma sanguin, se met sans peine à l'unisson des molécules virulentes d'origine extérieure, et une fois qu'un point est altéré, l'altération se transmet de proche en proche, molécule à molécule, dans toute la masse. Le sang, et à sa suite les tissus plus mobiles éprouvent ainsi une modification isomérique qui les rend incapables de remplir leurs fonctions normales et amène souvent la mort. En particulier, dans le cas de choléra, l'albumine du sang subit une transformation qui la rend incapable de rester unie à l'eau qui la tient liquide, et en détermine la coagulation dans les vaisseaux. De là résulte fatalement l'arrêt de la circulation, de la respiration et de toute autre action vitale. M. Robin a développé du reste avec beaucoup de force cette idée qu'il n'y a pas de virus, mais seulement des humeurs devenues virulentes, qui sont aux humeurs saines ce que le phosphore ordinaire et toxique est au phosphore rouge et innocent, et l'on sait que ces deux corps ont la même nature chimique. Sans doute le se-

cret des maladies virulentes et contagieuses ou épidémiques, si nombreuses et si redoutables, n'est point trouvé pour cela, mais du moins on saura maintenant la direction qu'il convient de donner aux recherches et le vrai sens des investigations.

Il en est pour les humeurs morbides comme pour les tissus morbides. Elles dérivent des humeurs saines par des procédés analogues, et ne renferment point de principes étrangers à l'économie. Seulement elles se produisent là où elles ne devraient point se produire, et dans une proportion qui explique les désordres qu'elles amènent. Les liquides des diverses hydropisies, par exemple, proviennent de l'hypergénèse des sérosités normales, lesquelles sont extraites du sang par les membranes séreuses telles que la plèvre et le péritoine. Le pus est formé par un blastème émané du tissu cellulaire sous-cutané, et au sein duquel naissent les globules blancs[1]. Le contenu des différents kystes à liquide est produit semblablement aux dépens du plasma sanguin par une véritable hypersécrétion. Ces humeurs morbides ne débarrassent point l'économie de quelque subtil et dangereux principe, cause de tout le mal, comme on l'enseignait jadis, elles se forment sous l'in-

[1] Des auteurs qui avaient cru jusqu'ici que les globules de pus naissent par prolifération des éléments du tissu dit conjonctif, se sont vus récemment contraints de renoncer à cette explication, conforme d'ailleurs à la théorie cellulaire, et ils en ont adopté une autre extrêmement ingénieuse, qui consiste à prétendre que ces globules viennent du sang, sans jamais avoir constaté d'ailleurs comment ils se produisent dans ce sang. Du reste, ils oublient aussi d'expliquer comment il se forme dans certains cas des collections purulentes où il y a cinq ou six fois plus de leucocytes que dans toute la masse sanguine qui a servi à les former.

fluence d'une altération du sang, d'un trouble circulatoire ou d'un dérangement dans les actes soit de sécrétion, soit d'excrétion.

L'ancienne physiologie et l'ancienne médecine ont préconisé tour à tour le *solidisme* et l'*humorisme*, c'est-à-dire la prépondérance exclusive soit des solides, soit des liquides dans l'accomplissement des phénomènes vitaux. Ces systèmes ne sont confirmés ni l'un ni l'autre par les faits. Les tissus et les humeurs jouent des rôles également actifs et importants dans l'organisme, et la maladie a pour origine les altérations qui surviennent dans celles-ci aussi bien que les perturbations de ceux-là. En d'autres termes, il y a des maladies d'humeurs, des maladies de tissus et des maladies d'éléments anatomiques; mais cette diversité s'évanouit quand on remonte à la cause commune de tous les phénomènes morbides, quand l'on découvre l'origine effective et intime des perturbations, c'est-à-dire la modification qualitative ou quantitative des principes immédiats. Nous revenons ainsi à notre point de départ, et nous trouvons à la fin de cette étude la preuve de l'intérêt qui s'attache à l'objet du commencement. La vraie médecine expérimentale et positive part en effet des principes immédiats normaux, et s'élève par degrés successifs de la connaissance de ceux-ci à la connaissance des éléments anatomiques, des tissus, des humeurs, des organes, des systèmes. Elle part des principes immédiats toxiques, morbigènes et médicamenteux, et découvre la loi des diverses aberrations pathogéniques comme des influences curatives. Tous les organes animaux et tous les liquides de l'économie se résolvant en principes immédiats, toutes les mé-

tamorphoses de la santé et de la maladie se ramenant à des transformations de principes immédiats, tous les effets d'empoisonnement ou de guérison se réduisant à l'action de principes étrangers sur les principes normaux, bref, les actes les plus compliqués de la vie régulière ou dérangée s'expliquant en dernière analyse par les principes immédiats, on conçoit toute l'importance de ceux-ci. Du moment où les recherches médicales sont subordonnées à cette nécessité de ramener les faits à un tel point de départ, du moment où les expériences et les observations convergent vers cette lumière, tout s'ordonne, tout se range, tout prend une signification. Les incertitudes disparaissent. La science avance avec régularité, et la pratique avec sûreté. C'est ainsi que l'anatomie générale influe d'une façon salutaire et incessante sur le progrès de moins en moins lent de la médecine proprement dite.

IV

Ce qui précède n'est qu'un exposé de faits et de phénomènes dont la découverte est due la plupart du temps à l'emploi du microscope associé aux suggestions d'une raison éminente. La grande majorité du public ne connaît M. Robin que par là, et fait volontiers consister tout le mérite de ce savant dans ses travaux de micrographie. Elle se le représente comme un homme rompu aux minutieux et fastidieux détails et n'en sor-

tant point, quittant malgré lui l'oculaire de son microscope, peu soucieux de philosopher et systématiquement indifférent aux doctrines. En effet, beaucoup de micrographes en sont là, et c'est le résultat le plus ordinaire du commerce trop assidu avec les infiniment petits. Par une rare exception, le contraire est arrivé à M. Robin. L'habitude de la réalité minutieuse et fastidieuse a grandi son esprit en l'éclairant, à tel point que ses ouvrages ont contribué pour une aussi forte part au progrès des idées qu'à celui des faits.

M. Robin a conçu que la biologie pouvait être renouvelée par la méthode, c'est-à-dire par l'introduction d'une logique rigoureuse dans les études sur la vie. Empruntant les idées de Blainville, d'Auguste Comte et de M. Chevreul sur ce difficile sujet, y ajoutant le fruit de ses méditations personnelles, il a systématisé les connaissances biologiques d'une façon probablement définitive. Il y a introduit en effet l'ordre même qui est adopté dans les sciences plus simples, dans la chimie par exemple, ordre qui consiste à commencer par le plus élémentaire pour remonter au plus complexe. M. Robin place à la base des études biologiques les principes immédiats, qui sont le point de départ de toute organisation, étant aussi les composés les plus simples existant dans l'organisme. Cette division porte le nom de *stœchiologie*. Vient ensuite l'étude des éléments anatomiques ou *élémentologie*. Ces éléments, formés par la juxtaposition et le mélange de principes immédiats des trois classes, visibles seulement au microscope et se présentant sous forme de cellules, de fibres et de tubes, sont doués, comme nous l'avons dit,

des propriétés vitales élémentaires : nutrition, génération, évolution, contractilité et innervation. A un degré supérieur est placée la science des humeurs ou *hygrologie*. Les liquides organiques sont en effet formés par la dissolution d'un certain nombre de principes immédiats dans l'eau, et tiennent en suspension des éléments anatomiques. Les tissus, dont l'étude constitue l'*histologie*, sont plus complexes. Ils proviennent de l'association et de l'enchevêtrement des éléments anatomiques. A l'exception de ceux que l'on appelle produits, ils contiennent tous plusieurs espèces d'éléments anatomiques. L'*homœomérologie* connaît les systèmes formés par l'assemblage des parties de tissu identique (système osseux, système nerveux). Aux degrés supérieurs vient l'étude des *organes*, puis celle des appareils. Telle est la gradation méthodique des parties dont l'ensemble fait l'objet de l'anatomie. Si l'on ajoute que ces parties, qui représentent les diverses complications de la matière organisée, peuvent être étudiées non-seulement au point de vue anatomique ou statique proprement dit, mais encore au point de vue physiologique et thérapeutique, c'est-à-dire dans leur fonctionnement et dans leurs rapports avec les milieux, on aura indiqué tout le cadre de la science.

Voilà, pour M. Robin et la majorité des biologistes, la constitution générale de la biologie ; mais ce système est plutôt un plan et une méthode qu'une doctrine. Nous n'y apprenons ni ce qu'est en soi la vie, ni comment il faut concevoir la succession régulière et l'enchaînement harmonieux des phénomènes, l'appropriation des organes à l'accomplissement d'actions

déterminées, la permanence des types, bref, tous les caractères éclatants et singuliers qui donnent aux êtres organisés une physionomie si distincte. Ces questions ont été traitées par M. Robin avec une dialectique aussi originale que savante.

M. Claude Bernard a écrit un livre très-beau[1], dans lequel il expose, sous le nom de *déterminisme*, la doctrine qui établit la solidarité indissoluble de toutes les conditions nécessaires à l'accomplissement des phénomènes de la vie. Il y démontre que ces phénomènes sont rigoureusement déterminés en ce sens qu'ils se produisent selon des lois fixes et invariables aussi expresses que celles qui régissent le monde minéral, et qu'aucune intervention capricieuse ne saurait déranger l'ordre commandé par ces lois. Pour l'illustre physiologiste, il n'y a pas plus de *principe vital* que de *principe minéral*, c'est-à-dire d'entité distincte des phénomènes eux-mêmes. Il admet pourtant que l'évolution de ceux-ci obéit, dès qu'apparaissent les premiers éléments de l'embryon, à une loi ou idée préméditée, gouvernant par anticipation les phases de l'existence future. Dans un récent et très-remarquable ouvrage[2], M. Robin a développé des idées bien différentes. Le célèbre anatomiste, s'appuyant sur les données de l'embryogénie moderne telle qu'elle a été constituée par les Prévost et les Dumas, les Coste, les Reichert, les Bary, et par lui-même, voit dans l'harmonie et l'ensemble de l'organisme le résultat spontané du concours des énergies

[1] *Introduction à la médecine expérimentale*, in-8°, 1867.

[2] *De l'appropriation des parties organiques et de l'organisme à l'accomplissement d'actions déterminées*, in-8°, 1869.

propres à chaque élément anatomique. Il y voit le *consensus* nécessaire des tendances invincibles de ces milliards de monades ayant chacune en soi son rôle et sa direction, et cette vue lui fait apercevoir dans un jour inespéré la solution des difficiles problèmes que nous avons énumérés plus haut. L'ordination et l'accomodation des parties dérivent pour lui du fait même de la formation graduelle de ces parties et des propriétés qui leur sont inhérentes. Il montre comment s'explique par l'effectuation simultanée des propriétés consubstantielles aux éléments, par l'enchaînement logique des actes générateurs évolutifs et nutritifs, tout ce qu'on avait attribué jusqu'ici à la présence d'un soi-disant principe vital.

L'hypothèse d'un principe vital coordinateur et directeur des phénomènes de la vie semble contradictoire avec les faits, en ce sens qu'il est d'abord impossible de préciser le moment où intervient ce principe. Voici l'ovule, c'est-à-dire un élément anatomique pur et simple, renfermant le vitellus. Cet ovule est déjà doué de vie alors qu'il dépend encore de l'ovaire. Par un enchaînement ininterrompu et fatal, d'autres éléments anatomiques s'y produisent dans un ordre déterminé depuis l'instant où il n'appartient plus à l'ovaire jusqu'à celui où l'embryon s'y forme. Ce dernier naît dans la tache embryonnaire de la même façon que le noyau vitellin dans le vitellus. Chaque élément, par le fait même de son existence et de l'accomplissement du rôle qui lui est propre, devient ici la condition d'existence d'autres éléments apparaissant nécessairement dans le milieu qu'il a engendré et se comportant comme lui. Dès lors à quel moment et de quelle façon un principe

vital interviendrait-il dans cette suite de générations?

Dès que le vitellus se borne à offrir successivement les conditions nécessaires à la genèse des divers éléments de l'embryon, et que celles-ci sont solidaires, il est clair que, si on entrave ou modifie un des actes du développement, celui-ci ne se continuera plus d'une manière normale. C'est ce que l'expérience vérifie pleinement. Les causes les plus légères, les moindres déviations spontanées ou provoquées dans l'arrangement des cellules blastodermiques ou embryonnaires compromettent la formation régulière du nouvel individu en amenant soit la production de monstruosités, soit la mort du germe. Quand celui-ci est arrêté dans son évolution, ses enveloppes naturelles continuent la leur, et l'on voit se former ce qu'on appelle une *môle*. En effet, il faut concevoir que les cellules dont nous venons de parler n'ont absolument qu'une fonction et qu'un pouvoir : fournir les conditions nécessaires à la formation des premiers organes de l'embryon, c'est-à-dire des lames dorsale et ventrale. Ces lames sont à leur tour le point de départ de la corde dorsale, qui détermine l'apparition des deux moitiés de l'axe nerveux central. Viennent ensuite les cartilages vertébraux, les yeux et les vésicules auditives, le cœur, les vaisseaux, le sang, etc. Chacun de ces organes devient, en apparaissant, la cause de la génération de l'autre, en sorte que, si quelque circonstance dérange ou fait cesser la production ou le développement du premier, le second ne se montre pas ou bien donne une monstruosité. Chez les truites, les saumons et les brochets, il meurt de 70 à 80 pour 100 des œufs fécondés

artificiellement. Lereboullet, à qui l'on doit cette observation, a fait voir également que sur 100 œufs qui éclosent, le nombre des monstres produits varie de 2 à 5. L'homme est soumis aux mêmes contingences. — Sur 3000 naissances, il y a toujours au moins 200 mort-nés à Paris et la moitié dans le reste de la France, et sur 100 mort-nés on compte en moyenne un monstre non viable. Indépendamment des mort-nés, on constate dans l'espèce humaine un nombre considérable d'anomalies congénitales qui, sans menacer l'existence, l'abrégent et l'embarrassent souvent en s'opposant à l'exercice régulier des fonctions. Le crétinisme, l'idiotie, la surdi-mutité, l'hydrocéphalie, la spina-bifida, l'extrophie de la vessie, les imperforations ou l'absence du dernier intestin, les anomalies du cœur et des organes génitaux, etc., sont ainsi des aberrations aussi tristes que fréquentes de la puissance évolutive.

Ces faits démontrent, ce semble, l'inanité de l'hypothèse d'un principe plastique disposant de l'ovule et de l'embryon, et les façonnant à son gré, conformément à une loi préméditée. Ils prouvent aussi que la naissance du nouvel être se compose d'une série d'*épigénèses*, au lieu de se réaliser, comme l'ont cru certains naturalistes, par la transformation successive de parties qui préexistaient dans l'ovule. La doctrine de l'*emboîtement des germes* ou de la *préformation syngénétique*, dans laquelle on admet que les germes de toutes les générations futures étaient contenus dans un œuf primordial, c'est-à-dire que l'ovule renferme en puissance tout ce qui existera plus tard dans l'organisme, cette théorie, défendue par Leibniz, Kant et plusieurs autres philo-

sophes et naturalistes, paraît donc opposée à l'observation embryogénique.

Évidemment les phénomènes d'évolution et d'organisation sont soumis à une loi qui s'exprime par les limites imposées à l'évolution et par la forme imposée aux organes. Cette loi n'est pas invariable, l'étude des maladies et des monstruosités le prouve ; alors même qu'elle le serait, rien ne nous autorise à lui supposer une origine extérieure ou antérieure aux êtres vivants, pas plus qu'à la déduire de la mécanique des atomes. Évidemment il y a dans la série des formations anatomiques une création graduelle et dans la série des fonctions physiologiques une direction visible; mais quelle témérité d'en inférer l'existence d'une idée créatrice et d'une idée directrice! Avons-nous le droit de donner ainsi une réalité objective aux abstractions de notre espit? Comment d'ailleurs et par quelle analogie se représenter l'influence de telles idées sur les matériaux organiques? La raison intrinsèque, suffisante et déterminante des phénomènes vitaux, on est obligé de le confesser après la démonstration qu'en donne M. Robin, gît dans les propriétés mêmes de la substance organisée. Ces phénomènes sont des équations d'un degré très-élevé, des formules infiniment complexes dont ces propriétés sont les facteurs premiers, les termes irréductibles pour nous. Bref, les éléments anatomiques ont en eux-mêmes leur principe d'action et de direction, exactement comme les molécules minérales qui forment les cristaux ont en elles le principe de l'harmonie qu'elles engendrent. La forme extérieure, c'est-à-dire le contour, de même que la forme intérieure, c'est-à-dire l'organisation, sont l'une et

l'autre la conséquence des principes d'énergie spontanée propres aux particules ultimes de la vie. Quant au principe de ces principes, à leur cause première, une nuit impénétrable nous en dérobe la vue.

Sans doute, après un premier regard jeté sur l'ensemble des êtres animés, on a quelque peine à ne pas se laisser aller à la pensée qu'un souffle aussi intelligent que puissant s'est communiqué à eux, les imprègne, les vivifie et les pousse dans une voie dont il sait le but (*mens agitat molem*). En voyant les organes les plus délicats et les plus parfaits naître d'une pulpe d'apparence informe et grossière, on est porté presque invinciblement à chercher haut l'ouvrier de cette industrie étonnante. La contemplation de cet ensemble d'abord plein d'enchantements et de merveilles jette l'esprit dans une rêverie où il acquiert la conviction que de si surprenants ouvrages sortent directement d'une main souveraine. Mais pour peu que l'esprit soit clairvoyant, il a bientôt renoncé, devant le témoignage des faits, à l'illusion du premier moment. S'il se donne la peine de pénétrer au fond des choses et d'en épuiser le détail, s'il veut bien suivre pas à pas le développement de la vie dans l'ovule et dans l'embryon, étudier les fonctions de l'économie sur les animaux sains et sur les animaux malades, il reconnaîtra la spontanéité et l'activité des forces naturelles agissant en soi et par soi dans un *processus* éternel. Le juste sentiment des activités initiales et sourdes s'élevant à l'état de systèmes harmonieux et se déployant en fécondes énergies sera pour lui toute une révélation. Cette nouvelle aperception des choses où l'on part du petit, de l'imparfait et

du relatif pour arriver au grand, au perfectionné et à l'absolu lui semblera comme une réminiscence de la philosophie de Leibniz. Les vertus particulières de corpuscules élémentaires engendrant un tout supérieur par les siennes lui rappelleront la *monadologie*. Il concevra l'unité dans la solidarité et non dans la confusion. Tout ce qui existe et vit à la surface de notre planète lui apparaîtra dans une claire vision comme le résultat des groupements innombrables et compliqués de phénomènes simples, où la consubstantialité de la forme et de la force est évidente. *Dans un désespoir éternel d'en connaître ni le principe ni la fin*, comme dit Pascal, il se contentera d'en saisir les apparences les plus sûres et les plus déterminées. Aucunement dogmatique, également impuissant à comprendre de quelle manière la vie et la pensée peuvent provenir d'une agrégation d'atomes ou d'une cause surnaturelle, il se tiendra dans une sage réserve touchant ces problèmes redoutables. C'est là du moins le dernier enseignement et l'impérieux précepte de la science expérimentale[1].

Celle-ci, en tout cas, nous a livré bien des secrets. Montrer la matière organique, amorphe et rudimentaire dans les blastèmes, se combiner, s'organiser, évoluer et s'ordonner de mille façons pour former par degrés successifs les éléments anatomiques, les humeurs, les tissus et les organes, montrer les propriétés élémentaires et irréductibles s'enchaîner, s'emmêler, s'engrener, pour provoquer par leur ressort l'accom-

[1] Je rappelle que ceci a été écrit au commencement de 1870. Depuis lors ma pensée est sortie de ces incertitudes.

plissement des opérations les plus élevées, montrer la connexion de tous les actes dans le développement embryonnaire comme dans la vie plénière, et entrevoir le mécanisme des perturbations de toute sorte, c'est donner une ample satisfaction pour le présent et de belles espérances pour l'avenir en ce qui concerne la connaissance de l'économie animale.

LA LUMIÈRE ET LA VIE[1].

L'être organisé que nous observons à la surface du globe ne vit pas seulement par la nourriture qu'il absorbe tantôt sous la forme d'aliments, tantôt sous la forme d'air atmosphérique, il a besoin aussi de chaleur, d'électricité et de lumière. Ses organes sont soumis à la double influence d'un milieu interne représenté par les humeurs qui baignent ses tissus, et d'un milieu externe constitué par tous les agents subtils et mobiles qui remplissent l'espace. Cette étroite solidarité des êtres et des milieux où ils sont plongés, trop évidente pour avoir été entièrement méconnue, mais trop complexe pour avoir été rigoureusement analysée par une science rudimentaire, a été soumise de nos jours à un examen pénétrant et méthodique dont les résultats présentent un intérêt considérable. La lumière en particulier joue dans cet ensemble un rôle digne d'être approfondi. Soit que l'on considère l'existence organique à son degré le plus simple et dans son expression la plus infime, soit qu'on l'envisage dans ses fonctions les plus complexes et les plus élevées,

[1] *Revue des deux mondes* du 15 août 1870.

l'influence de la lumière y apparaît dans des rapports aussi singuliers qu'imprévus. Les belles formes comme les intenses couleurs, les harmonies cachées de la vie comme ses floraisons éclatantes, ont une mystérieuse parenté avec cette vapeur d'or que le soleil projette sur le monde.

A ce point de vue, la science moderne justifie les adorations naïves de l'homme primitif. Elle aide à comprendre le culte dont l'astre du jour fut l'objet dans les civilisations primordiales, et les touchantes terreurs qui assaillaient ces peuples enfants lorsque le soir ils voyaient disparaître lentement à l'horizon le globe empourpré qui recélait pour eux toute puissance et toute splendeur. Ce fétichisme n'était pas seulement un témoignage de gratitude pour les trésors de fécondité que le soleil répand sur la terre, c'était aussi un hommage à la source consolatrice de la clarté et de la joie, c'était le symptôme d'une affinité naturelle entre l'homme et la lumière. Les védas et d'autres monuments des premières religions sont pleins de ce sentiment qu'on retrouve dans beaucoup de poëtes et de philosophes de l'antiquité, entre autres dans Lucrèce et dans Pline. Dante, qui invoque si souvent la lumière (*la luce divina e penetrante*), couronne son poëme par un hymne qui est surtout l'apologie symbolique de l'éternelle clarté. D'autre part, les laboureurs, les jardiniers, les médecins, s'accordent pour rendre témoignage des bienfaits de la lumière. Les naturalistes et les voyageurs de tous les temps, frappés aussi de la puissance du soleil, en ont signalé les effets de toute sorte. Alexandre de Humboldt, après Lavoisier et Gœthe, en remarque souvent les influences diverses.

Un aussi fertile objet d'études ne commença cependant qu'au milieu du XVIII[e] siècle à provoquer des recherches expérimentales sérieuses, et telle est la difficulté de ce vaste et complexe problème que, malgré une longue série d'efforts, la solution n'en est encore que partiellement trouvée. De grandes lacunes restent à combler. On n'a même pas encore tenté de coordonner et dégager beaucoup d'inconnues à l'ensemble des résultats obtenus. C'est ce que nous nous proposons de faire dans les pages suivantes, afin de montrer comment s'opère l'évolution du savoir par la vertu de la méthode expérimentale ; comment les expériences bien faites se suivent, se superposent, se soutiennent les unes les autres, et sont éternellement instructives; comment enfin les hommes éminents procèdent dans le grand art d'interroger la nature vivante.

I

Les plantes se nourrissent en absorbant par leurs racines certaines substances du sol et en décomposant, au moyen de leurs parties vertes, un gaz particulier contenu dans l'atmosphère, le gaz acide carbonique. Elles décomposent ce gaz en carbone, qu'elles assimilent, et en oxygène, qu'elles rejettent. Or ce phénomène, qui est le mode même de la respiration des végétaux, ne peut s'accomplir qu'avec la collaboration de la lumière solaire.

Charles Bonnet, de Genève, qui avait commencé sa carrière par l'expérimentation sur les plantes, et qui ne quitta cet attrayant sujet, pour s'occuper de philosophie, qu'à la suite d'un affaiblissement grave de sa vue, Ch. Bonnet, le premier, vers le milieu du xviiie siècle, vérifia rigoureusement cette collaboration. Il remarqua que les végétaux croissent verticalement et tendent vers le soleil, quelle que soit la position dans laquelle leur graine ait été plantée en terre. Il démontra la généralité de ce fait que, dans les lieux obscurs, les plantes se dirigent toujours vers le point d'où vient la lumière. Enfin il découvrit que les plantes plongées dans l'eau dégagent des bulles de gaz sous l'influence du soleil. En 1771, Priestley, en Angleterre, fit une autre expérience. Il laissa brûler une bougie dans un espace clos jusqu'à ce que la lumière fût éteinte, c'est-à-dire jusqu'à ce que l'air y fût devenu impropre à la combustion. Il introduisit alors dans cet espace les parties vertes d'une plante fraîche, et, au bout de dix jours, l'air fut purifié au point que l'on put de nouveau y allumer la bougie. Il avait prouvé ainsi que les plantes substituent un gaz combustible au gaz vicié par la combustion; mais il avait reconnu aussi qu'à certains moments un phénomène opposé semble se produire. Le médecin hollandais Ingenhousz devait, dix ans plus tard, expliquer cette apparente contradiction. « A peine fus-je engagé dans ces recherches, dit cet habile physicien, que la scène la plus intéressante s'ouvrit à mes yeux. J'observai que les plantes n'ont pas seulement la faculté de corriger l'air impur en six jours ou plus, comme les expériences de M. Priestley semblent l'indiquer, mais qu'elles s'acquittent de ce de-

voir important en peu d'heures et de la manière la plus complète; que cette opération merveilleuse n'est aucunement due à la végétation, mais à l'influence de la lumière du soleil sur les plantes; qu'elle commence seulement quelque temps après que le soleil s'est élevé à l'horizon; qu'elle est suspendue entièrement pendant l'obscurité de la nuit; que les plantes ombragées par les bâtiments élevés ou par d'autres plantes ne s'acquittent pas de ce devoir, c'est-à-dire n'améliorent par l'air, mais au contraire exhalent un air malfaisant et répandent un vrai poison dans l'air qui nous environne; que la production du bon air commence à languir vers la fin du jour et cesse entièrement au coucher du soleil; que toutes les plantes corrompent l'air environnant pendant la nuit; que toutes les parties de la plante ne s'occupent pas de purifier l'air, mais seulement les feuilles et les rameaux verts. »

Mais comment se produisent cette transformation d'air impur en air pur sous l'influence du soleil, et le phénomène inverse dans l'obscurité? C'est à quoi répondit Senebier, compatriote et ami de Charles Bonnet. Appliquant au problème les découvertes récentes de Lavoisier, il fit voir que l'air impur absorbé et décomposé le jour par les plantes n'est autre chose que l'acide carbonique produit par les animaux en respirant, et que l'air pur résultant de cette décomposition est de l'oxygène. Il prouva de plus que le gaz dégagé par les végétaux pendant la nuit est également de l'acide carbonique, et par conséquent que la respiration diurne des plantes est l'inverse de leur respiration nocturne. Il démontra enfin que la chaleur ne peut remplacer la lumière dans ces opérations. La nature

du phénomène était ainsi expliquée, mais il restait encore à savoir quel rapport existe entre le volume d'acide carbonique absorbé et le volume d'oxygène exhalé. Un troisième Génevois, Théodore de Saussure, montra que le volume d'oxygène dégagé est inférieur à celui de l'acide carbonique absorbé, et qu'en même temps une portion de l'oxygène retenu par la plante est remplacée par de l'azote exhalé. Il admit que cet azote provenait de la substance même de la plante. — Cette fonction des parties vertes des végétaux s'accomplit d'ailleurs avec une grande vitesse et une grande énergie. M. Boussingault, qui a fait de remarquables travaux à ce sujet, remplit un vase de verre avec des feuilles de vigne, le plaça au soleil, et y fit passer un courant d'acide carbonique ; il ne recueillit à sa sortie que l'oxygène pur. On a calculé qu'une feuille de nénuphar abandonne ainsi pendant l'été environ 300 litres d'oxygène.

En 1848, MM. Cloëz et Gratiolet apportèrent de nouveaux faits. Ils établirent que les plantes aquatiques se comportent durant le jour comme les autres, mais que la nuit elles sont inactives et ne donnent lieu à aucun dégagement d'acide carbonique. Ils démontrèrent l'énergique instantanéité de l'action solaire sur la respiration végétale. En plaçant quelques feuilles de *potamogeton* ou de *nayas* (épi d'eau) dans une éprouvette remplie d'eau saturée de gaz carbonique, on voit, dès que l'appareil est exposé au soleil, se dégager de la surface des feuilles une infinité de petites bulles d'oxygène presque pur. L'ombre d'un léger nuage traversant l'atmosphère suffit pour ralentir aussitôt le dégagement, qui reprend une activité soudaine après son passage. En intercep-

tant le faisceau solaire avec un écran, on observe très-nettement les alternatives de rapidité et de lenteur dans la production des bulles gazeuses, selon que la plante reçoit ou ne reçoit point les rayons lumineux. Les plantes aquatiques présentent d'autres particularités intéressantes. La lumière diffuse est incapable d'y provoquer la décomposition de l'acide carbonique, à moins que le phénomène n'ait été préalablement excité par la lumière directe du soleil. Bien plus, l'influence solaire une fois produite, la réduction de l'acide carbonique se continue même dans l'obscurité. Le végétal persiste la nuit dans son mode de respiration diurne. La force vive de la lumière solaire peut donc, comme le dit très-bien M. Van Tieghem, qui a découvert cette propriété curieuse, se fixer, s'emmagasiner dans les plantes, pour agir après coup dans l'obscurité complète et s'épuiser peu à peu en se transformant en un travail chimique équivalent. Elle se fixe semblablement dans les sulfures *phosphorescents*, pour apparaître ensuite sous forme de radiations moins intenses; elle s'accumule dans le papier, l'amidon et la porcelaine, pour se manifester, après un temps plus ou moins long, par son action sur les sels d'argent. La propriété que possèdent les cellules vertes des végétaux n'est donc pas isolée; c'est un cas particulier de cette propriété générale, inhérente à beaucoup de corps, de retenir dans leur masse, sous une forme inconnue, une partie des vibrations incidentes et de les conserver en les transformant, pour les émettre plus tard, soit à l'état de radiations lumineuses, soit à l'état de travail chimique ou mécanique. Le grand principe de la transformation des forces se vérifie ainsi dans le règne vé-

gétal. On pourrait enfin remarquer que ces faits d'activité persistante, provoqués par une excitation initiale, viennent à l'appui de cette idée que les forces vives sont dans un lien étroit avec la structure des molécules des corps, et peut-être même sont l'expression déterminée de cette structure. On ne conçoit pas d'énergie variée dans un atome mathématique et irréductible, mais on se représente, dans une molécule formée d'un certain nombre d'atomes, des figures dynamiques d'un ordre très-composé.

Nous n'avons jusqu'ici envisagé que l'action de la lumière blanche, l'effet d'ensemble des rayons que nous envoie le soleil, mais cette lumière n'est pas simple. Elle se compose d'un grand nombre de radiations dont la couleur et les propriétés sont distinctes. Lorsqu'on décompose la lumière blanche par le prisme, on obtient sept groupes de rayons visibles et inégalement réfrangibles, violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge. Le spectre ou ruban coloré ainsi obtenu se prolonge et s'étend par des radiations invisibles. Au delà du rouge existent des radiations de chaleur obscure ou *rayons calorifiques*, au delà du violet des radiations dites chimiques ou *rayons ultra-violets*. Les premières agissent sur le thermomètre, les secondes déterminent des réactions énergiques dans les composés chimiques. Quelle en est l'influence sur la végétation? La lumière solaire agit-elle par ses rayons colorés, par ses rayons de chaleur ou par ses rayons chimiques?

Cette question a fait l'objet d'un grand nombre de travaux importants et n'est peut-être pas encore résolue. Daubeny le premier, en 1836, fit respirer des plantes

dans des verres colorés, et vit que le volume d'oxygène dégagé est toujours moindre dans les rayons colorés que dans la lumière blanche. Les rayons orangés lui semblèrent les plus énergiques. A leur suite venaient les rayons bleus. Quelques années plus tard, Gardner, en Virginie, exposa aux divers rayons du spectre de jeunes plantes étiolées, longues de 5 à 7 centimètres, et il reconnut qu'elles reverdissent avec une rapidité maximum sous l'action des rayons jaunes et des rayons voisins. Dans une de ses expériences, la coloration verte fut obtenue avec les rayons jaunes en trois heures et demie, avec les orangés en quatre heures et demie, avec les bleus seulement au bout de dix-huit heures. On voit par là que la plus grande énergie de l'action solaire sur les végétaux ne correspond ni au maximum de chaleur qui est placé à l'extrémité du rouge, ni au maximum d'intensité chimique qui est à l'autre extrémité du spectre, c'est-à-dire dans le violet. Les radiations les plus actives au point de vue chimique paraissent être celles qui influent le moins dans les phénomènes de la vie végétale.

M. Draper, aujourd'hui professeur à l'université de New-York et auteur d'une très-remarquable *Histoire du développement intellectuel de l'Europe*, entreprit à la même époque de nouvelles recherches plus précises. Il mit des brins d'herbe dans des tubes remplis d'eau chargée de gaz carbonique, et il exposa ces tubes les uns près des autres aux divers rayons du spectre solaire. Mesurant ensuite la quantité de gaz oxygène dégagée dans chacun de ces petits appareils, il constata que la plus grande production gazeuse avait eu lieu d'abord dans les tubes exposés à la lumière jaune et verte, puis

dans les rayons orangés et rouges. MM. Cloëz et Gratiolet découvrirent, en 1848, ce fait singulier que l'action de la lumière sur la végétation est plus grande quand elle a traversé un verre dépoli que quand elle a traversé un verre transparent. M. Julius Sachs, plus récemment, a eu l'idée de mesurer le degré d'intensité de l'action de la lumière sur les plantes aquatiques en comptant le nombre de bulles gazeuses qui se dégagent de la coupe d'un rameau qu'on expose au soleil dans l'eau chargée d'acide carbonique. Il a observé ainsi que les bulles produites sous l'influence de la lumière orangée ne sont guère moins nombreuses que dans la lumière blanche, tandis que le rameau soumis à la lumière bleue donne un dégagement environ vingt fois moindre. Ces expériences sont décisives. Ni les rayons chimiques ni les rayons calorifiques du faisceau solaire n'agissent sur les plantes. Les rayons lumineux seuls, et principalement les jaunes et les orangés, ont cette propriété. A ces résultats solidement établis M. Cailletet a récemment ajouté que la lumière verte se comporte comme l'obscurité à l'égard de la respiration végétale. Il explique ainsi pourquoi la végétation est languissante à l'ombre des grands arbres dans le bain de la lumière verte. Cette découverte de M. Cailletet a été, il est vrai, vivement contestée dans ces derniers temps, mais elle a été aussi défendue, entre autres par M. Bert, et nous verrons plus loin qu'elle est en harmonie avec tout le système des actions de la lumière dans les deux règnes vivants[1].

[1] M. Bert a constaté que la lumière verte tue le mouvement des sensitives.

La science en était là lorsqu'un botaniste distingué, M. Prillieux, fit connaître le résultat d'une série d'expériences instaurées dans un esprit tout différent, et où l'action de la lumière est étudiée à un point de vue nouveau. S'appuyant sur cette double considération que les différents rayons colorés ne sont pas également lumineux et que les rayons qui agissent le plus sur les plantes sont aussi ceux qui ont le plus grand pouvoir éclairant, M. Prillieux a voulu rechercher quelle influence peuvent produire sur les plantes des lumières de couleur diverse, mais d'intensité reconnue égale, et si cette influence est différente d'une couleur à l'autre ou si elle est la même à égalité de pouvoir éclairant. Les recherches consciencieuses et longues de cet habile botaniste l'ont conduit à admettre que les lumières de couleurs diverses agissent à un égal degré sur les parties vertes des plantes et y déterminent un égal dégagement de gaz *pour une même intensité lumineuse.* Tous les rayons lumineux déterminent, selon lui, la réduction de l'acide carbonique par les végétaux, proportionnellement à leur pouvoir éclairant et quelle que soit leur réfrangibilité. Si les rayons jaune et orangé sont plus actifs à cet égard, c'est que leur éclat lumineux est bien plus grand que celui des rayons extrêmes.

Les rayons lumineux favorisent également la production du tissu vert, de la matière verte de tous les végétaux. Les jardiniers, pour faire pâlir certaines plantes, les élèvent dans l'obscurité. Ils obtiennent ainsi des herbes jaune pâle, étiolées, sans vigueur et sans ressort. Elles sont atteintes d'une véritable chlorose et dépérissent comme si elles étaient nées dans un sable stérile. Le soleil aide aussi à la transpiration des plantes et au re-

nouvellement continu de l'humidité bienfaitrice dans leurs tissus. Quand l'humidité ne s'évapore pas, la plante tend à devenir hydropique, et ses feuilles tombent par suite de la faiblesse de la tige.

Cet amour des plantes pour la lumière, qui est un des besoins les plus impérieux de leur existence, se manifeste par d'autres phénomènes intéressants, et où l'on voit que les rayons solaires sont bien réellement l'*engrais* qui donne la couleur. La corolle des espèces végétales qui croissent à de grandes hauteurs, sur les montagnes, a des couleurs plus vives que celle des espèces qui poussent dans les lieux bas. Les rayons du soleil traversent en effet plus facilement l'atmosphère sereine qui baigne les cimes élevées. La teinte de certaines fleurs varie même suivant l'altitude. La corolle de l'*anthyllis vulneraria* passe ainsi du blanc au rouge pâle et au pourpre intense. En général, la végétation des endroits découverts et bien éclairés est plus riche en couleur et en dimensions que celle des régions peu accessibles au soleil. Les *nelumbium* et les *bougainvillæa* ne fleurissent pas dans les serres d'Angleterre, où la chaleur ne leur manque point, mais ils se développent parfaitement sous le ciel pur de Montpellier. Un certain nombre de fleurs qui naissent blanches se colorent ensuite par l'action directe de la lumière. Ainsi le *cheiranthus cameleo* a une fleur d'abord blanchâtre, puis jaune-citron, puis rouge violacé. Le *stylidium fruticosum* a des pétales d'un jaune pâle à leur naissance et qui deviennent roses. L'*œnothera tetraptera* passe successivement par les couleurs blanche, rose et rouge. Les fleurs du *cobæa scandens* sont vertes le premier jour et violettes le lendemain.

L'*hibiscus mutabilis* a une fleur qui naît le matin avec une couleur blanche et qui devient rouge dans la journée. Les boutons floraux de l'*agapanthus umbellatus* sont blancs lorsqu'ils commencent à s'ouvrir. Ils prennent ensuite une teinte bleue. Si on enveloppe la fleur, au moment où elle sort de la spathe, avec un papier noir interceptant la lumière, cette fleur reste blanche, mais reprend sa couleur au soleil. M. Edmond Becquerel a observé que si on laisse fleurir un pied de *crassula* à fleurs rouges dans une chambre peu éclairée, les pétales acquièrent une teinte moitié jaune, moitié rosée à leur base. Une exposition de plusieurs heures aux rayons solaires donne lieu à une coloration rouge de toutes les corolles de ces petites fleurs. Si quelques parties de la plante sont garanties par une enveloppe en papier noirci, alors les fleurs cachées de cette manière conservent la teinte pâle qu'elles avaient à la lumière diffuse de la chambre. Les couleurs des fruits se développent également sous l'action bienfaisante du jour. Il en est de même des principes de toute sorte qui communiquent aux diverses parties de la plante le goût et l'odeur.

Fleurs, feuilles et fruits sont donc élaborés avec l'aide des vibrations lumineuses. Il y a des rayons de soleil dans leur tissu. Ces couleurs charmantes, ces doux parfums, ces saveurs exquises et toutes ces innocentes voluptés que nous procure le règne végétal, c'est la lumière qui en est créatrice. L'industrie de ces opérations merveilleuses nous échappe, tout comme celle qui règle les dispersions mobiles et les réfractions multiples auxquelles nous devons les spectacles imposants de l'aurore; mais n'est-ce rien de concevoir déjà *les*

premières lois et de posséder une clarté de ces phénomènes grandioses?

II

La lumière exerce sur les végétaux une action mécanique. Le sommeil des fleurs, l'inflexion des tiges, la nutation des plantes héliotropes et les migrations intracellulaires de la chlorophylle fournissent à cet égard les preuves d'une sensibilité extrêmement délicate dans certaines espèces. — Pline parle de cette plante appelée tournesol, qui regarde toujours le soleil qui s'en va et tourne continuellement avec lui. Il remarque aussi que le lupin suit quotidiennement le soleil dans sa révolution et indique les heures aux laboureurs. Tessier, à la fin du siècle dernier, entreprit l'étude rigoureuse de ces phénomènes, et il en déduisit d'une façon générale que les tiges des plantes se dirigent toujours du côté de la lumière et s'infléchissent, s'il le faut, pour la recevoir. Il nota aussi que les feuilles tendent à se tourner du côté par où vient le jour. Payer fit des expériences plus précises. Il opéra sur de jeunes tiges de cresson alénois venues dans l'obscurité sur du coton humide. Ces tiges ont la propriété de se courber et de s'incliner rapidement quand elles sont placées dans une chambre éclairée d'un seul côté, ou bien lorsqu'elles sont mises dans une boîte dont une seule paroi reçoit la lumière. C'est d'abord

la partie supérieure de la tige qui s'infléchit, la partie inférieure restant droite. Dans un deuxième mouvement, le haut se redresse et le bas s'incline, en sorte que la plante redevient presque rectiligne tout en étant penchée. Lorsque la plante est mise dans une chambre où la lumière arrive par deux fenêtres, on observe ce qui suit : si les deux ouvertures sont du même côté et introduisent une égale clarté, la tige se courbe dans la direction du milieu de l'angle formé par les deux faisceaux. Si l'une des deux fenêtres laisse pénétrer plus de lumière, la tige tend vers elle. Si les ouvertures sont placées en face l'une de l'autre, la tige reste droite au cas où la lumière qui arrive est égale de part et d'autre, et se dirige vers les rayons les plus intenses, en cas contraire. Payer a trouvé, de plus, que la partie du rayonnement lumineux particulièrement active ici correspond au violet et au bleu. Les radiations rouges, orangées, jaunes et vertes semblent ne déterminer aucun mouvement dans les plantes. M. Gardner a poussé encore plus avant l'investigation. Il a semé des navets et les a laissés se développer dans l'obscurité jusqu'à ce qu'ils eussent atteint de 5 à 7 centimètres de longueur; puis il a projeté sur ce petit champ les couleurs du spectre solaire obtenues avec le prisme. Les plantes se sont inclinées vers un axe commun. Celles qui étaient exposées aux rayons rouges, orangés, jaunes et verts, se sont penchées vers le bleu foncé, tandis que la partie dirigée vers le violet a suivi une direction opposée. Le semis a pris ainsi l'apparence d'un champ de blé courbé par deux vents contraires. Les navets placés dans la région bleu-violet regardaient le prisme. M. Gardner a reconnu de la sorte,

comme Payer, que les rayons les plus réfrangibles sont ceux qui opèrent la flexion des jeunes tiges. Il a constaté aussi que ces dernières se redressent dans l'obscurité.

Ces expériences, reprises et variées de bien des façons par Dutrochet et M. Guillemin, ont constamment donné les mêmes résultats; mais le phénomène en lui-même reste à peu près inexpliqué. Cette remarque s'applique également aux faits si remarquables d'*enroulement* des plantes volubiles. Les tiges de ces plantes s'enroulent pour la plupart en tournant autour de leur support de gauche à droite. Les autres suivent une direction contraire. Certaines tiges tournent indifféremment dans les deux sens. M. Charles Darwin a conclu de ses recherches que la lumière exerce une action sur ce phénomène. Si l'on place des plantes volubiles dans une chambre, près d'une fenêtre, l'extrémité de leur tige met plus de temps pour décrire la demi-révolution pendant laquelle elle regarde le fond peu éclairé de la chambre que pour accomplir celle qui la maintient près de la fenêtre. Ainsi un *ipomæa jucunda* ayant fait en cinq heures vingt minutes un tour entier, le demi-cercle du côté de la fenêtre n'a pas exigé tout à fait une heure, tandis que l'autre n'a été parcouru que dans l'espace de quatre heures trente minutes. M. Duchartre a placé des ignames de Chine (*diascorea batatas*) en pleine végétation, les uns dans un jardin, les autres dans une cave complétement obscure. Dans tous les cas, les tiges d'ignames ont perdu à l'obscurité la faculté de s'enrouler autour des baguettes qui leur servaient de tuteurs. Les plantes exposées au soleil présentèrent

une portion enroulée; mais lorsqu'on les rentra dans la cave elles poussèrent des tiges droites. On connaît pourtant des plantes volubiles dont l'enroulement semble n'avoir aucun rapport avec la lumière.

Le sommeil des plantes, certainement en connexité avec la lumière, est moins connu encore. Les fleurs et les feuilles de certains végétaux se flétrissent et s'affaissent à des heures déterminées. La corolle est fermée, et, après une douce léthargie, la plante s'épanouit à nouveau. Chez d'autres plantes, la corolle tombe et meurt sans s'être fermée. Chez d'autres, comme les *convolvulus*, l'occlusion de la fleur n'a lieu qu'une fois et son sommeil marque sa fin. Linné a noté les heures où certaines plantes s'épanouissent et se ferment, et il a composé ainsi ce qu'on a appelé l'*horloge de Flore*, mais on n'a pas pu établir scientifiquement les relations de ces occlusions avec l'intensité lumineuse.

La coloration verte des feuilles et des tiges végétales est due à une matière spéciale appelée *chlorophylle*, laquelle forme des granulations microscopiques contenues dans les cellules qui constituent ces feuilles et ces tiges. Ces grains sont plus ou moins nombreux dans chaque cellule, et c'est à leur nombre, autant qu'à l'intensité de leur coloration, qu'est due la nuance des tissus de la plante. Tantôt ils sont serrés les uns contre les autres et recouvrent totalement la surface interne de la cellule, tantôt leur quantité est moindre, et ils ne se touchent point. Or on a découvert récemment que, dans ce dernier cas, sous l'influence de la lumière, les corpuscules verts dont il s'agit éprouvent des changements de position très-remarquables.

M. Bœhm, il y a une douzaine d'années, vit pour la première fois que, chez certaines plantes grasses, les grains de chlorophylle s'agglomèrent sur un point de la paroi des cellules lorsque la plante est exposée à l'action du soleil. Il observa que le phénomène n'a lieu ni dans l'obscurité ni dans les rayons rouges. — La lame plane, formée d'une seule couche de cellules, dépourvue d'épiderme, qui constitue les feuilles des mousses, parut à M. Famintzin plus commode pour ce genre d'observations délicates. C'est en étudiant ces lames au microscope qu'il a pu suivre les mouvements qui s'y accomplissent. Pendant le jour, les grains de couleur verte sont disséminés à la partie supérieure et à la partie inférieure des cellules de la feuille. Pendant la nuit, au contraire, ils se réunissent vers les parois latérales. Les rayons bleus agissent comme la lumière blanche. Les rayons jaunes, comme les rouges, maintiennent la chlorophylle dans sa position nocturne. Les recherches très-exactes de M. Borodine, de M. Prillieux et de M. Roze ont prouvé que ces migrations intracellulaires des corpuscules colorants existent chez presque toutes les plantes cryptogames et dans un certain nombre de phanérogames. Les observations de M. Roze publiées dernièrement montrent que, dans les mousses, les grains de chlorophylle sont unis entre eux par des filets très-ténus de plasma, et peuvent faire supposer que ces filets sont la cause des changements de position que nous venons de signaler. Peut-être y a-t-il ici quelque relation véritable; mais il ne faut pas oublier que les mouvements intracellulaires de la matière plasmatique ont lieu jour et nuit, et que la lumière n'a pas d'action marquée sur eux. Les par-

ticules vertes, au contraire, rampent sur la paroi de la cellule et se dirigent vers la portion la plus éclairée, comme font les zoospores et certains infusoires.

Biot raconte qu'en 1807, se trouvant à Formentera, occupé aux travaux du prolongement de la méridienne, il employait ses heures de loisir à analyser les gaz contenus dans la vessie natatoire des poissons qui vivent dans la mer à diverses profondeurs. L'oxygène qui lui était nécessaire pour ces analyses lui était fourni par des feuilles de *cactus opuntia* qu'il exposait dans l'eau à la lumière solaire, sous des cloches de verre, appliquant ingénieusement la découverte d'Ingenhouzs et de Senebier. Il s'avisa un jour d'exposer ces feuilles, dans un lieu obscur, à l'éclairement opéré par des lampes placées au foyer de trois grands miroirs réflecteurs qui servaient pour les signaux de nuit de la grande triangulation. Il projeta la lumière de trois de ces réflecteurs sur les feuilles de cactus. On n'aurait pas pu placer l'œil dans cette masse de lumière sans être aveuglé, dit Biot. L'expérience, maintenue pendant une heure, ne fit pas dégager une seule bulle de gaz. La cloche fut portée alors à la lumière diffuse hors de la cabane. Le soleil ne brillait pas, mais le dégagement de gaz eut lieu à l'instant avec une grande rapidité. Biot s'étonne quelque peu du résultat et conclut que la lumière artificielle est impuissante à faire ce que fait la lumière solaire. Les travaux de M. Prillieux et d'autres botanistes contemporains ont établi que toute lumière agit sur la respiration des plantes, mais à la condition de n'être pas trop vive. Dans le cas de Biot, la lumière artificielle est restée inactive parce qu'elle était beaucoup trop intense.

III

Lavoisier dit quelque part : « L'organisation, le mouvement spontané, la vie n'existent qu'à la surface de la terre, dans les lieux exposés à la lumière. On dirait que la fable du flambeau de Prométhée était l'expression d'une vérité philosophique qui n'avait pas échappé aux anciens. Sans la lumière, la nature était sans vie : elle était morte et inanimée. Un dieu bienfaisant, en apportant la lumière, a répandu sur la surface de la terre l'organisation, le sentiment et la pensée. » Ces paroles sont éminemment vraies dans le fond. Toute activité organique fut bien évidemment à l'origine empruntée au soleil, et si depuis la terre a emmagasiné, s'est approprié une quantité d'énergie suffisante pour engendrer quelquefois d'elle-même ce qui procéda au début de l'incitation solaire, il ne faut pas perdre de vue que ces forces vives, aux aspects mouvants et compliqués, quelquefois nos impitoyables ennemies, souvent nos humbles servantes, sont descendues et descendent toujours sur notre planète de l'astre inépuisable. L'étude de la vie animale nous montre dans des exemples saisissants l'efficacité physiologique de la lumière et cette sorte de chaîne immatérielle qui suspend les êtres au foyer incandescent et fécond de l'univers connu.

Chez les plantes, nous l'avons vu, la respiration nocturne est l'inverse de la respiration diurne. Il existe

des infusoires qui se comportent, sous l'influence de la lumière, absolument comme les parties vertes des plantes. Ces animalcules microscopiques se développent dans les eaux stagnantes lorsqu'il fait beau, et y respirent en produisant de l'oxygène aux dépens de l'acide carbonique contenu dans le liquide. MM. Morren ont vu que l'oxygénation de l'eau déterminée par ces petits êtres varie très-sensiblement dans l'espace de vingt-quatre heures. Elle est à son minimum au lever du soleil, et atteint son maximum vers quatre heures du soir. Si le temps se couvre ou si les animalcules disparaissent, le phénomène est suspendu. Ce n'est là qu'une exception. Les animaux respirent la nuit de la même façon que le jour, seulement avec une moindre intensité. Jour et nuit ils brûlent du charbon dans l'intérieur de leurs tissus et forment de l'acide carbonique. Seulement l'activité du phénomène est bien plus considérable à la lumière que dans l'obscurité.

La lumière accélère chez les animaux le mouvement vital et en particulier les actes nutritifs. L'obscurité les ralentit. Ce fait, connu et appliqué depuis très-longtemps dans la pratique agricole, est expressément signalé par Columelle. Il recommande, si l'on veut engraisser des volailles, de les élever dans des cages étroites et non éclairées. Le laboureur, pour engraisser son bétail, l'enferme dans des étables entourées de fenêtres petites et basses. Dans le clair-obscur de ces prisons, le travail de désassimilation s'opère avec lenteur, et les matières nutritives, au lieu d'être brûlées dans le torrent circulatoire, s'accumulent plus aisément dans les organes. De même pour développer chez

les oies d'énormes foies gras, on les plonge dans des caves noires, où elles sont gorgées de maïs et maintenues dans l'immobilité.

Les animaux s'étiolent comme les plantes. L'absence de lumière tantôt les fait dépérir, tantôt les transforme complétement et modifie leur organisation de la façon la moins avantageuse au plein exercice des facultés vitales. Ceux qui vivent dans les cavernes sont comme les plantes qui poussent dans les caves. On trouve dans certains lacs souterrains de la basse Carniole des reptiles très-bizarres, ressemblant aux salamandres, et qu'on appelle des *protées*. Ils sont presque blancs et n'ont que des yeux rudimentaires. Lorsqu'on les expose à la lumière, ils paraissent souffrir et leur peau se colore. Il est très-probable que ces êtres n'ont pas toujours vécu dans l'obscurité où ils sont aujourd'hui relégués, et que c'est l'absence prolongée de lumière qui a détruit chez eux la couleur de la peau et anéanti l'organe de la vision. Les êtres privés du jour sont exposés à toutes les faiblesses et à tous les inconvénients de la chlorose et de l'appauvrissement du sang. Ils croissent et se bouffissent comme le champignon blafard, sans connaître le salutaire baiser des effluves lumineux.

William Edwards, à qui la science doit tant de recherches sur l'action des agents physiques, étudia, vers 1820, l'influence que la lumière exerce sur le développement des animaux. Il plaça des œufs de grenouilles dans deux vases pleins d'eau, dont l'un était transparent et dont l'autre était rendu imperméable à la lumière par une enveloppe de papier noir l'entourant de toutes parts. Les œufs exposés à la lumière

se développèrent régulièrement. Ceux du vase obscur ne fournirent que des rudiments d'embryons. Il mit ensuite des têtards de crapauds dans de grands vases, les uns inaccessibles à la clarté du jour, les autres incolores. Les têtards éclairés se métamorphosèrent promptement et passèrent à l'état d'adulte, tandis que les autres ou bien demeurèrent à l'état de têtards, ou bien ne passèrent qu'avec une extrême difficulté à l'état d'animaux parfaits. Trente ans plus tard, M. Moleschott fit plusieurs centaines d'expériences dans le but de rechercher comment la lumière modifie la quantité d'acide carbonique exhalé dans la respiration. En opérant sur des grenouilles, il trouva que le volume de gaz exhalé sous l'influence du jour est supérieur d'un quart au volume exhalé dans l'obscurité. Il constata d'une façon générale que la production d'acide carbonique s'accroît proportionnellement à l'intensité de la lumière. Ainsi, pour une intensité lumineuse représentée par 3,27, on obtenait 1 d'acide carbonique, et pour une intensité de 7,38, on en obtenait 1,18. Le même physiologiste pense que chez les batraciens l'activité de la lumière se transmet en partie par la peau, en partie par les yeux.

M. Jules Béclard a fait des recherches plus complètes. Des œufs de mouche ordinaire, pris dans un même groupe et placés en même temps sous des cloches diversement colorées, donnent tous naissance à des vers. Cependant, si, au bout de quatre ou cinq jours, on compare les vers nés sous les cloches, on remarque parmi eux de notables différences. Les vers les plus développés correspondent au rayon violet et au rayon bleu. Les vers éclos dans le rayon vert le sont

beaucoup moins. Les rayons rouge, jaune et blanc exercent une action moyenne. Une longue série d'expériences sur les oiseaux a montré à M. Béclard que la quantité d'acide carbonique formée par la respiration en un temps donné n'est pas sensiblement modifiée par les diverses cloches colorées sous lesquelles on a placé ces animaux. Il en est de même pour les petits mammifères tels que les souris; mais il est à remarquer ici que la peau est couverte soit de plumes, soit de poils, et que la lumière ne frappe pas à sa surface. Le même physiologiste a examiné aussi l'influence des divers rayons colorés du spectre sur les grenouilles. Dans le rayon vert, un même poids de grenouilles produit dans un même temps une quantité d'acide carbonique plus considérable que dans le rayon rouge. La différence peut être de plus de moitié; elle est généralement d'un tiers ou d'un quart en sus; mais si ensuite l'on enlève aux grenouilles leur peau et si on les replace dans les mêmes conditions, le résultat change. La quantité d'acide carbonique produite par les grenouilles dépouillées est plus considérable dans le rouge que dans le vert. Un petit nombre d'essais tentés par M. Béclard sur l'exhalation cutanée de la vapeur d'eau montrent que dans l'obscurité (à température et à poids égal), les grenouilles perdent par évaporation une quantité d'eau moitié moindre ou d'un tiers moindre qu'à la lumière blanche. Dans le rayon violet, la quantité d'eau perdue par l'animal est sensiblement la même qu'à la lumière blanche.

La lumière agit directement sur l'iris de presque tous les animaux et détermine ainsi le resserrement de la pupille, tandis que la chaleur opère le phénomène

inverse. Cette excitation s'observe sur des yeux séparés depuis un certain temps du corps, ainsi que l'a constaté M. Brown-Séquard.

M. Bert a fait récemment des expériences fort curieuses sur les prédilections des animaux pour les divers rayons colorés. Il prit des crustacés presque microscopiques, très-communs dans nos eaux douces, des *daphnies puces*, remarquables par l'empressement avec lequel ils se précipitent vers la lumière. Un certain nombre de ces insectes fut placé dans un vase de verre bien noirci; on y introduisit ensuite un spectre lumineux. Les daphnies erraient dispersées dans le vase obscur. Sitôt que les couleurs du spectre apparurent, elles s'agitèrent et se groupèrent dans la direction de la traînée lumineuse. Un écran ayant été interposé, elles se dispersèrent de nouveau. Toutes les couleurs du spectre attiraient les daphnies. On remarqua bientôt qu'elles accouraient beaucoup plus vite au jaune et au vert, et que même, si à ces rayons on faisait succéder immédiatement les rayons violets, elles s'éloignaient un instant. Dans cette région du spectre jaune, vert et orangé, c'était donc un grouillement et une attraction surprenants. Une assez grande quantité de petits êtres se voyait encore dans le rouge, un certain nombre dans le bleu, quelques-uns, de plus en plus rares, à mesure qu'on s'éloignait vers les portions plus réfrangibles du violet et de l'ultra-violet. La région la plus lumineuse et la plus agréable était pour ces daphnies la même que pour nous. Elles s'y comportaient comme un homme qui, éclairé par un spectre et voulant lire quelque chose, s'approcherait du jaune et s'éloignerait du violet. Cela prouve d'abord que les

daphnies voient tous les rayons lumineux que nous voyons nous-mêmes. Aperçoivent-elles les rayons calorifiques et chimiques, c'est-à-dire ultra-rouges et ultra-violets, qui n'affectent point notre rétine? Les expériences de M. Bert nous autorisent à répondre que non. Ce physiologiste est même conduit à affirmer que, vis-à-vis de la lumière et des divers rayons, tous les animaux éprouvent les mêmes impressions que l'homme.

Voyons maintenant l'influence de la lumière sur la couleur de la peau des animaux, et parlons d'abord de l'être qui à cet égard offre les particularités les plus bizarres, du caméléon. Cet animal éprouve, en effet, dans le courant d'une même journée, des modifications de couleur très-nombreuses. Depuis Aristote, qui rapportait ces changements à un gonflement de la peau, et Théophraste, qui les attribuait à la peur, jusqu'à Wallisnieri, qui leur assigne pour cause le mouvement des humeurs à la surface du corps de l'animal, les opinions les plus diverses ont été produites à ce sujet. M. Milne-Edwards, il y a une trentaine d'années, les expliqua par des inégalités successives dans la proportion des deux matières, l'une jaunâtre et l'autre violacée, qui colorent la peau de ce reptile, inégalités dues au changement de volume des cellules très-aplaties qui contiennent les substances colorantes. M. Brucke, qui a repris ces études, a démontré que les couleurs du caméléon sont dues aux dispersions multiples de la lumière solaire dans les cellules colorées, c'est-à-dire à la production du même phénomène qui s'observe dans les bulles de savons et dans toutes les lames minces. Les teintes du caméléon proviennent

donc des jeux du soleil dans ces substances jaunes et violettes distribuées avec un art particulier sous son épiderme ridé. Il passe de l'orangé au jaune, du vert au bleu, par une série de nuances chatoyantes et irisées, subordonnées à l'état de la radiation diurne. L'obscurité le fait pâlir, le demi-jour marbre son corps des plus fines nuances, le soleil le noircit. Une portion de peau froissée ou contusionnée reste noire et ne blanchit plus à l'obscurité. M. Brucke s'est d'ailleurs assuré que la température n'a aucune influence sur ces phénomènes.

L'influence de la lumière et de la couleur ambiante sur la teinte des poissons et des crustacés a été observée depuis longtemps. Ces animaux changent de nuance avec le fond sur lequel ils vivent. M. Georges Pouchet, qui a étudié dernièrement ces phénomènes, a découvert que dans ce cas la lumière agit non pas directement sur la peau, mais sur la rétine de l'œil, laquelle transmet aux cellules colorées de l'épiderme, par l'intermédiaire du nerf grand sympathique, les influences modificatrices des vibrations lumineuses de l'extérieur. Les turbots, par exemple, placés alternativement sur des fonds blancs et des fonds noirs, deviennent pâles ou foncés. Mais lorsqu'on les aveugle ils ne changent plus de couleur.

Tous les animaux qui ont un pelage ou des plumes ont le dos plus foncé et plus coloré que le ventre. Leurs couleurs sont aussi plus intenses en été qu'en hiver. Les papillons de nuit n'ont jamais la teinte brillante des diurnes. Les oiseaux de nuit ont un plumage sombre, et la mollesse de leurs téguments contraste avec la rigidité de celui des oiseaux de jour. Les coquilles abri-

tées sous les rochers ont des nuances pâles comparativement à celles qui s'abreuvent de lumière. Nous avons parlé plus haut des animaux des cavernes. Comparons ceux des régions froides à ceux des pays équatoriaux. Quelle différence! Le coloris des oiseaux, des mammifères et des reptiles qui peuplent les immenses forêts ou qui bordent les grands fleuves de la zone torride est si éclatant qu'il nous éblouit. Au nord, ce sont des teintes froides, mates, peu variées, généralement proches du blanc à cause de la réverbération presque constante de la neige.

Ce n'est pas seulement la couleur des êtres organisés, c'est encore leur forme qui est liée à l'action de la lumière, ou mieux du climat. La flore et la faune terrestre acquièrent une perfection croissante à mesure qu'on s'avance du pôle à l'équateur. Plus les êtres se rapprochent du maximum de chaleur et de lumière, plus la richesse, le lustre et la beauté leur sont prodigués avec munificence. L'activité et la splendeur de la vie, les formes achevées aussi bien que les parures étincelantes, voilà ce qui distingue les espèces variées et multiples des régions tropicales et ce qui donne une physionomie si caractéristique à ce monde privilégié. Cette nature est d'autant plus imposante qu'elle manifeste une radieuse virginité. Pure émanation du soleil, elle a toutes les chastetés et ne connaît ni le commerce de l'homme, ni la domination de ses arts corrupteurs. Elle vit sauvage et superbe, contemplant sans malaise, comme l'aigle des Alpes, la source éternelle et sublime qui lui verse la chaleur et l'éclat. Voyez maintenant les environs du pôle. Quelques broussailles ternes, quelques plantes herbacées et grêles, voilà toute sa flore.

Les animaux y ont un vêtement pâle, des plumes duveteuses; les insectes, des nuances obscures. Tout près sont les dernières limites de la vie... La glace envahit tout. Un froid éternel et âpre désole la terre. La mer seule nourrit encore quelques acalèphes, quelques zoophytes et autres humbles rudiments d'organisation. Là le soleil est oblique et rare. A l'équateur, il darde sa flamme, il se donne tout entier à l'heureux éden de sa prédilection!

IV

Pour compléter le tableau, il nous reste à marquer les relations de la lumière avec l'être qui la sent le mieux et peut le mieux exprimer ce qu'il en éprouve, avec l'homme lui-même. Le nouveau-né cherche instinctivement le jour, il se tourne du côté où il arrive, et si l'on gène alors le mouvement spontané des yeux de l'enfant, le strabisme peut en résulter.

Notre œil est de tous nos organes celui qu'affecte plus particulièrement la lumière. C'est de leur conflit réciproque que résultent toutes nos notions immédiates du monde extérieur et toutes nos impressions esthétiques. Or l'excitabilité de notre rétine présente des variations de toute sorte. On a vu des prisonniers enfermés dans d'obscurs cachots acquérir à la longue la faculté d'y voir distinctement. En même temps leurs yeux deviennent sensibles aux plus légers changements

dans l'intensité de la lumière. En 1766, Lavoisier, à propos de questions mises au concours par l'Académie des sciences sur l'éclairage de Paris, s'aperçut, après quelques tentatives, que sa vue manquait de la délicatesse nécessaire pour apprécier les intensités relatives des diverses flammes qu'il voulait comparer. Il fit alors tendre une chambre en noir et s'y enferma pendant six semaines dans une obscurité complète. Au bout de ce temps, la sensibilité de sa vue était telle qu'il appréciait les différences les plus petites. Le passage brusque d'un lieu obscur à un jour éclatant est d'ailleurs plein de péril. Galien rapporte que Denys le Tyran avait fait construire un bâtiment aux murs clairs et blanchis à la chaux, et y introduisait subitement des malheureux soustraits depuis longtemps à la lumière. Ce contraste suffisait pour les rendre aveugles. Xénophon raconte qu'un grand nombre de soldats grecs perdirent la vue par la réverbération de la neige en traversant les montagnes de l'Arménie. Tous les voyageurs qui ont visité les régions polaires ont été témoins d'effets analogues produits par l'éclat de la neige. Quand l'impression de la lumière sur l'œil est puissante et instantanée, c'est la rétine qui souffre le plus. Si, moins énergique, elle est prolongée davantage, ce sont les humeurs de l'œil qui sont altérées. Le phénomène auquel on a donné le nom de *coup de soleil* est dû à l'action de la lumière et non pas, comme on l'a cru souvent, à une élévation de température. Il se produit quelquefois au printemps, alors que la température est peu élevée. Une lumière artificielle très-intense peut également y donner lieu, surtout la lumière électrique. Les parties violettes et ultra-violettes du rayonnement

lumineux paraissent être la cause de cette action, car les écrans en verre d'urane, qui absorbent ces parties, préservent les yeux des expérimentateurs occupés à l'étude de la lumière électrique. Cet érythème est une véritable inflammation.

L'action de la lumière sur la peau de l'homme est évidente. Elle brunit et hâle nos téguments en y déterminant la production de la matière colorante qu'ils contiennent. Les parties du corps habituellement dénudées, comme la peau de la face et des mains, sont plus foncées que les autres. Dans le même pays, les habitants des campagnes sont plus hâlés que ceux de la ville. A des latitudes un peu distantes, les habitants d'un même pays diffèrent de teinte dans une proportion sensiblement en rapport avec l'intensité de la lumière solaire. En Europe, on distingue parfaitement trois variétés de coloration du tégument : le brun-olive avec œil noir, chevelure et barbe noires, le châtain avec barbe fauve et œil azuré, le blond avec barbe blonde cendrée et œil bleu de ciel. Les peaux blanches laissent voir plus facilement les altérations déterminées par la lumière et la chaleur; mais, pour être moins tranchés, les faits de coloration variée s'observent aussi ailleurs. La race scythe arabe n'a qu'une moitié de ses représentants en Europe et dans l'Asie centrale, le reste descend vers l'océan Indien, en continuant à témoigner par des teintes brunes croissantes des ardeurs graduelles des climats. Les Hindous de l'Hymalaya sont presque blonds; ceux du Décan, du Coromandel, du Malabar, de Ceylan, sont plus foncés que certaines tribus nègres. Les Arabes, olives et presque blonds en Arménie et en Syrie, sont basanés dans l'Yémen et

le pays de Mascate. Les Égyptiens offrent une gamme chromatique ascendante du blanc au noir en partant des bouches du Nil et en rebroussant vers ses sources. Même remarque pour les Twariks du versant méridional de l'Atlas, qui sont simplement olivâtres, tandis que leurs frères de l'intérieur de l'Afrique sont noirs. Les monuments antiques de l'Égypte nous montrent un fait non moins significatif. Les hommes y sont toujours représentés en rouge-brun; ils vivaient en plein air; les femmes, toujours renfermées, ont une teinte jaune pâle. Barrow assure que les Tartares Mandchoux ont blanchi pendant leur séjour en Chine. Rémusat, Pallas, Gutzlaff décrivent des femmes chinoises remarquables par un teint blanc européen. Les juives du Caire ou de Syrie, toujours cachées sous des voiles ou dans des maisons, ont le teint blafard et mat. Dans les races jaunes de la Sonde et des Maldives, les femmes, toujours couvertes, sont pâles comme du suif. On sait d'ailleurs que les Esquimaux blanchissent pendant leur long hiver. Sans doute ces phénomènes sont des résultats de plusieurs influences simultanées, et la lumière n'y joue pas seule un rôle. La chaleur et d'autres conditions de milieu interviennent probablement dans ces actes chromatiques. L'action particulière et effective de la radiation lumineuse y est pourtant incontestable.

Tout le système des fonctions organiques participe aux bienfaits de la lumière. L'obscurité semble favoriser la prépondérance du système lymphatique, la susceptibilité des membranes muqueuses aux affections catarrhales, la flaccidité des parties molles, les gonflements, les déviations du système osseux, etc. Les mi-

neurs, les ouvriers qui travaillent dans des ateliers mal éclairés, sont exposés à toutes ces causes de *misère physiologique*. Remarquons à ce propos que certaines radiations du spectre se comportent envers l'animal comme l'obscurité, la lumière orangée entre autres, qui, d'après M. Bert, entrave le développement des batraciens. Or, si cette lumière est funeste aux animaux, elle ne l'est pas aux plantes, ainsi que nous l'avons vu. Réciproquement la lumière verte, qui est nuisible aux végétaux, est extrêmement favorable aux animaux. Il y a donc une sorte d'opposition et d'équilibre sous le rapport des affinités lumineuses dans les deux grands règnes vivants. La lumière blanche semble se partager, comme dit M. Dubrunfaut, en deux faisceaux complémentaires sous l'influence des êtres vivants, un faisceau vert et un faisceau orangé, se comportant de manières antagonistes dans la nature. Ce qu'il y a de certain, c'est que la lumière verte est un très-vif et très-hygiénique stimulant de nos fonctions, et que le printemps est, à cause de cela, la saison privilégiée et enchantée.

La corrélation entre la perfection croissante des formes et l'accroissement de l'intensité lumineuse se vérifie ainsi dans l'espèce humaine comme dans les autres. L'esthétique, d'accord avec l'ethnographie, démontre que la lumière tend à développer les différentes parties du corps dans une juste et harmonieuse proportion. Humboldt, si fin observateur, dit en parlant des Chaymas : « Hommes et femmes ont le corps très-musculeux, mais charnu, à formes arrondies. Il est superflu d'ajouter que je n'ai vu aucun individu qui ait une difformité naturelle : je dirai la même

chose de tant de milliers de Caraïbes, de Muycas, d'Indiens mexicains et péruviens que nous avons observés pendant cinq ans. Ces difformités du corps, ces déviations sont infiniment rares dans de certaines races d'hommes, surtout chez les peuples qui ont la peau fortement colorée. » Il est assez malaisé sans doute de concevoir comment la lumière peut modeler, exercer une action plastique. Pourtant, en considérant son effet tonique sur le tégument externe et son influence générale sur les fonctions, on peut lui attribuer le rôle de répartir le mouvement vital avec ordre et harmonie dans l'ensemble des organes. Les hommes qui vivent nus sont constamment dans un bain de lumière. Aucune des parties de leur corps n'est soustraite à l'action vivifiante du rayonnement solaire. De là un équilibre qui assure la régularité des fonctions et du développement.

On dit communément qu'une fatale causalité règle les opérations de la matière et qu'une libre spontanéité est l'apanage de celles de l'esprit. Peut-être pourrait-on remarquer à ce sujet que, dans bien des cas, les causes agissant dans la matière nous échappent, et que non moins souvent les causes agissant dans l'esprit nous écrasent; mais il ne s'agit pas ici d'élucider cette redoutable antinomie où le génie de Kant a échoué. Nous voulons seulement faire remarquer combien la lumière a d'influence sur le système des fonctions intellectuelles. La pensée, enchaînée et muette dans un endroit obscur, se dégage et s'anime le soir dans une salle éblouissante de clarté. Nous ne pouvons pas éviter les fâcheuses dispositions que provoque un temps sombre et pluvieux, ni résister à l'élan joyeux

que donne le spectacle d'une journée radieuse. Il faut ici confesser notre esclavage. Aimable servitude au demeurant, et qui ne procure que des douceurs! Et pourquoi ne nous mettrions-nous pas à l'unisson de toutes les choses animées et inanimées, qui, sitôt que la lumière les touche, vibrent, tressaillent et manifestent dans mille langages divers la volupté stimulante et enchanteresse de ce contact? C'est instinctivement et spontanément que nous la recherchons partout, et que nous sommes toujours heureux de la découvrir. Elle nous est en quelque sorte adéquate. Aussi quel rôle elle joue et quel charme elle introduit dans les œuvres de la poésie et de l'art!

Ce n'est point ici le lieu de développer ce chapitre attrayant et presque inédit de l'esthétique, de montrer, par l'examen des milieux cosmiques et des grands maîtres de toutes les époques, la relation de l'atmosphère et de l'art, non pas d'après un ensemble d'analogies empiriques et de remarques subtiles, mais d'après une sévère physiologie et une rigoureuse optique. Il y aurait là un beau tableau à tracer de ces aspects multiples et variables du ciel et de tous les caprices de l'illumination atmosphérique dans leur influence sur le physique et le moral des peintres, des poëtes, des musiciens.

La physiognomonie diversifiée du soleil, les feux de l'aurore et du couchant, les opalescences de l'air, les gazes du crépuscule, les réflexions bleues, vertes, irisées, nacrées de la mer ou de la montagne, toutes ces choses ont un fatal écho dans les élaborations intimes et inconscientes de la vie comme dans l'âme du spectateur intelligent des œuvres naturelles. Elles s'y tra-

duisent par les vibrations les plus délicates, les plus caressantes et les plus efficaces. Celui qui les discernera, les démêlera, les classera et les comprendra dans leur ensemble extraordinairement complexe, celui-là rendra un grand service à la science et à l'art. Il ne fera point de l'artiste un automate, il n'assimilera point l'homme à une plante qui puise toutes ses vertus dans le terreau où elle est née, mais il saisira le mécanisme presque inaperçu de tout un système de rouages puissants.

LA CHALEUR ET LA VIE.

La question de la chaleur et de la vie n'a pu être résolue pleinement que par le concours simultané de la physique, de la chimie et de la biologie. L'ancienne physiologie traitait empiriquement de la chaleur animale, mais sans en pouvoir expliquer l'origine. Il a fallu pour cela les découvertes de Lavoisier et les investigations plus modernes de la thermochimie. Après avoir montré comment naît cette chaleur, il importait d'enseigner ce qu'elle devient; c'est la thermodynamique qui nous l'a révélé. Enfin l'expérimentation physiologique la plus délicate a pu seule déterminer les modifications qui surviennent chez les êtres vivants, lorsqu'ils sont soumis à l'influence d'une température soit supérieure, soit inférieure à celle qu'ils possèdent normalement. La médecine et l'hygiène tirent déjà profit des indications fournies à ce sujet par la science pure. On a reconnu que l'étude des variations de la chaleur animale dans les maladies a une importance notable pour la connaissance de celles-ci, et que le diagnostic aussi bien que le pronostic en reçoivent des lumières inattendues.

L'examen des phénomènes calorifiques, entrepris à

divers points de vue spéciaux, isolés et indépendants, pour la solution de questions tout d'abord sans connexité apparente, a procuré ainsi un ensemble de vérités qui aujourd'hui se conjoignent presque spontanément et se trouvent renfermer le secret d'un grand problème de philosophie naturelle. Une analyse minutieuse et longue aboutit de la sorte à une synthèse instructive qui est une des plus remarquables acquisitions de la méthode expérimentale.

I

Tous les animaux possèdent une température supérieure à celle du milieu gazeux ou liquide dans lequel ils vivent; c'est-à-dire qu'ils jouissent tous de la faculté d'engendrer de la chaleur. Les animaux à *sang chaud* présentent une température à peu près constante sous toutes les latitudes et dans tous les climats. Ainsi, aux régions polaires, l'homme, les mammifères et les oiseaux ne marquent guère que 1 ou 2 degrés de moins que sous le tropique. La température moyenne des oiseaux est de 41 degrés, et celle des mammifères de 37. Les animaux qu'on appelle *à sang froid* produisent aussi de la chaleur, quoique dans une proportion moindre; mais leur température suit les variations de celle du milieu ambiant, tout en se maintenant plus élevée de quelques degrés. Chez les reptiles, l'excès est de 5 degrés au maximum et de 1/2 degré au

minimum; chez les poissons et chez les insectes, il est encore moindre; enfin dans les espèces tout à fait inférieures, il atteint rarement 1/2 degré. En somme, chez les animaux à température variable, la résistance aux causes extérieures de refroidissement est d'autant plus grande que l'organisation est moins imparfaite. On observe d'ailleurs que chez ces êtres l'activité vitale et en particulier l'énergie de la respiration sont en rapport direct avec l'état thermométrique; ainsi, dans un milieu à 7 degrés, des lézards consomment huit fois moins d'oxygène qu'à 23°. Chez les animaux à température fixe, c'est l'inverse : plus il fait froid, plus ils respirent activement; par exemple, un homme qui en été ne consomme que 31 grammes d'oxygène par heure en consomme 44 en hiver. Indépendamment de l'état du milieu ambiant, beaucoup de circonstances diverses exercent une influence appréciable sur la chaleur animale, et y déterminent des variations assez régulières. Les saisons, les heures de la journée, le sommeil, la digestion, le mode d'alimentation, l'âge, etc., sont ainsi des modificateurs constants de l'intensité des combustions respiratoires; mais il y a un tel ordre, un tel concert et, on peut le dire, une telle prévoyance dans l'organisation de l'économie, que la température y reste en définitive à peu près fixe dans l'état physiologique.

La température de l'homme à la racine de la langue ou sous l'aisselle est d'environ 37 degrés; ce chiffre exprime la moyenne de ceux qu'on obtient en prenant les températures des différents points du corps, car on trouve à cet égard quelques variations légères en passant d'un organe à un autre. La peau est la partie la

plus froide, et elle l'est d'autant plus qu'on se rapproche des extrémités. Au contraire, à mesure qu'on pénètre plus profondément dans l'organisme, on voit la température s'élever; les cavités sont bien plus chaudes que les surfaces. Le cerveau est moins chaud que les viscères du tronc, et le tissu cellulaire l'est moins que les muscles. Le sang non plus n'a pas la même température dans tous les points du corps. Les travaux de J. Davy et de Becquerel avaient établi que le sang est d'autant plus chaud qu'on l'examine plus près du cœur. M. Claude Bernard a pu mesurer, par des moyens aussi ingénieux que précis, la température des vaisseaux profonds et des cavités du cœur. Il a montré que le sang qui sort des reins est plus chaud que celui qui y entre; il en est de même pour celui qui traverse le foie. Enfin il a constaté que le fluide nourricier se refroidit en traversant les poumons, et par suite que la température des cavités gauches du cœur est plus basse que celle des cavités droites de 0°,2 en moyenne. Ce dernier fait prouve clairement que les poumons ne sont pas le foyer de la chaleur animale, et que le sang, dans l'acte de sa révivification, se rafraîchit au lieu de s'échauffer.

Les anciens physiologistes avaient cru que la vie a le pouvoir d'engendrer de la chaleur; ils avaient imaginé chez les êtres organisés une sorte de puissance calorifiante. Galien pensait que la chaleur est *innée* dans le cœur; les iatrochimistes l'attribuaient aux fermentations, les iatromécaniciens aux frottements. Le temps a fait justice de ces hypothèses. Il est aujourd'hui démontré que la chaleur des animaux provient des réactions chimiques qui s'accomplissent à l'inté-

rieur de l'économie. C'est à Lavoisier qu'on en doit les preuves expérimentales[1]. Dès 1777 il établissait que l'air, en passant par le poumon, éprouve une décomposition identique à celle qui a lieu dans la combustion du charbon. Or, dans ce dernier phénomène, il y a dégagement de calorique; donc, dit Lavoisier, un dégagement pareil doit avoir lieu au sein du poumon dans l'intervalle de l'inspiration à l'expiration, et c'est ce calorique sans doute qui, se distribuant avec le sang dans toute l'économie animale, y entretient une chaleur constante. Il y a ainsi une relation permanente entre la chaleur de l'être vivant et la quantité d'air entré dans les poumons pour s'y convertir en acide carbonique. Tel est le premier fait capital mis en évidence par le créateur de la chimie moderne; mais il ne s'en tint pas là. Il entreprit de rechercher si la chaleur théoriquement produite en un temps donné par la formation d'une certaine quantité d'acide carbonique, c'est-à-dire par la combustion d'une certaine quantité de charbon dans l'organisme, est exactement égale à la somme de chaleur développée par l'animal dans un temps correspondant. Cette somme fut estimée d'après le poids de glace fondue par l'animal placé dans un calorimètre. Lavoisier reconnut de la sorte qu'une telle égalité n'existe pas; il ne s'en étonna pas longtemps, car il découvrit bientôt que, sur 100 parties d'oxygène atmosphérique absorbées, 81 seulement sont rejetées par la respiration sous forme d'acide carbonique. Il en conclut alors que le phénomène n'est

[1] Mayow et Black avaient affirmé avant lui, mais sans preuves précises, que la chaleur animale est due à une combustion.

pas simple, qu'une portion d'oxygène (9 sur 100) est employée à brûler de l'hydrogène pour former la vapeur d'eau contenue dans l'air expiré. La chaleur animale devait donc être attribuée à une double combustion, de carbone d'abord, puis d'hydrogène, et la respiration considérée comme rejetant au dehors de l'animal de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau.

Les expériences de Lavoisier ont été reprises et modifiées, ses conclusions ont été discutées de bien des manières depuis bientôt cent ans. Plusieurs expérimentateurs en ont rectifié ou complété quelques points, mais la doctrine générale n'a pas été ébranlée par les difficultés secondaires et de nature fort délicate qu'on y a reconnues, et dont plusieurs arrêtent encore les physiologistes. Il est incontestable en effet que la plus grande partie des réactions qui s'opèrent dans l'économie en y produisant de la chaleur a pour résultat définitif la vapeur d'eau et l'acide carbonique exhalés par le poumon; mais ces deux gaz ne peuvent provenir d'une combustion directe d'hydrogène et de carbone, puisque l'économie ne renferme pas de tels corps à l'état de liberté. Ils ne représentent en réalité que le terme d'une série de métamorphoses souvent distinctes des combustions proprement dites. D'autre part, ils ne sont pas les seuls résidus du travail chimique qui s'accomplit dans le fourneau vital. Outre l'eau et l'acide carbonique que les animaux rejettent dans l'expiration, et qui sont comme les fumées de l'élaboration nutritive, ils excrètent par d'autres voies certains principes qui en sont comme les scories. Or ces principes de désassimilation, parmi lesquels il faut citer l'urée, l'acide urique, la créatine, la choles-

térine, etc., ne sauraient être le résultat de combustions pures[1], et témoignent que le torrent circulatoire est le siége de réactions extrêmement multiples dont nous commençons seulement à entrevoir les lois.

Les progrès les plus récents de la chimie organique permettent en effet de suivre l'enchaînement des transformations graduelles des matières nutritives dans le cycle des opérations vitales. Tout d'abord il convient de préciser le siége de ces phénomènes. Ils s'accomplissent dans tous les points de l'économie parcourus par les vaisseaux capillaires. Les glandes, les muscles, les viscères, bref tous les organes, sont constamment brûlés; ils reçoivent à chaque instant de l'oxygène qui détermine au plus profond de leur substance des métamorphoses de nature variée. En un mot, chaque organe respire en tous ses points à la fois, et respire à sa façon. C'est à tort que certains physiologistes prétendent encore aujourd'hui localiser le phénomène respiratoire dans les vaisseaux capillaires. Ceux-ci ne sont que les canaux vecteurs de l'oxygène qui, par exosmose, en traverse les fines parois, et opère alors, au contact immédiat des plus petites particules de la masse organisée, l'acte chimique qui entretient le feu de la vie. Il est aisé de le constater en plaçant un tissu quelconque récemment détaché du corps dans un milieu oxygéné. On observe en ce cas un dégagement d'acide carbonique, ainsi qu'un développement de chaleur, et cette possibilité de la respiration en dehors de l'économie prouve bien qu'un tel acte peut être rigoureusement assimilé, comme le voulait Lavoisier, à la combustion d'un corps quelconque. Il n'y a de différence que sous le rapport de l'intensité. Tandis

qu'une bougie ou qu'un morceau de bois brûle rapidement et avec flamme, les matériaux combustibles de la pulpe organique se combinent à l'oxygène d'une façon plus discrète et plus lente, moins tumultueuse et moins franche.

Le sang, qui sans cesse passe et repasse dans les vaisseaux les plus ténus de notre corps et se sature d'oxygène chaque fois que notre poitrine se soulève, le sang se compose de matériaux très-divers. Il contient des sels minéraux tels que chlorures, sulfates, phosphates de potasse, de soude, de chaux, de magnésie, des matières colorantes, des corps gras, des substances neutres du genre de l'amidon, enfin des produits azotés comme l'albumine et la fibrine. Les sels éprouvent peu de modifications dans le torrent circulatoire ; ils sont éliminés par les principaux émonctoires. Les substances neutres du genre de l'amidon sont converties en glycogène et en graisse. Les corps gras ne subissent dans le sang que des oxydations qui engendrent plusieurs dérivés du même ordre. Enfin les produits azotés se convertissent en fibrine, en musculine, en osséine, en pepsine, en pancréatine, tous composés peu différents. C'est la première partie du travail chimique qui s'accomplit dans la principale humeur de notre corps. Tous ces matériaux, élaborés aux différents points du torrent circulatoire et destinés à l'assimilation, sont ensuite détruits dans les organes mêmes où ils avaient été fixés. Le glycogène est transformé en sucre, lequel est brûlé avec formation d'eau et d'acide carbonique ; les acides gras sont en partie éliminés par la peau, en partie brûlés. Quant aux matières plastiques qui forment la trame des tissus, on connaît à peine la relation chimique qui les rattache à leurs

produits de destruction, l'urée, la créatine, la cholestérine, l'acide urique, la xanthine. Tel est le tableau sommaire des principaux phénomènes chimiques qui, s'accomplissant dans l'ensemble de l'économie, provoquent partout un dégagement de chaleur plus ou moins intense. Il n'y a donc pas d'organe central pour la production du feu vital, chaque élément anatomique y participe, et, s'il existe une température à peu près uniforme dans tout le corps, c'est que le sang distribue avec régularité la chaleur dans les différentes parties qu'il baigne.

Comment établir maintenant la quantité de chaleur à laquelle ces réactions peuvent donner naissance? Lavoisier y arrivait d'une façon très-simple. Après avoir comparé l'oxygène absorbé par l'animal avec l'acide carbonique et la vapeur d'eau éliminés, il déduisait le poids du carbone et de l'hydrogène brûlés, en supposant que la formation d'acide carbonique et celle de l'eau produisent dans l'économie la même somme de chaleur que si elles avaient lieu au moyen de carbone et d'hydrogène libres. Voici à peu près le résultat qu'il obtenait : un homme de 60 kilog. brûle en vingt-quatre heures, à la température moyenne de Paris, 313 grammes de carbone et 22 grammes d'hydrogène, et développe ainsi 3297 calories. En même temps, il perd par le poumon et la peau 1243 grammes de vapeur d'eau, qui lui enlèvent 697 calories. Restent donc à peu près 2600 calories disponibles. D'autres évaluations analogues ont été faites, et les physiologistes en ont tiré cette conséquence qu'un homme de poids moyen produit dans nos climats 3250 calories par jour, c'est-à-dire la

quantité de chaleur nécessaire pour porter à l'ébullition 32 litres 1/2 d'eau. Ces chiffres, quoique approximatifs, donnent une idée suffisamment nette de la puissance thermogène de l'économie animale.

La question a pu être reprise avec plus de précision dans ces dernières années, grâce aux données d'une science nouvelle qu'on nomme la *thermochimie*, et qui s'occupe des phénomènes chimiques dans leurs rapports avec la chaleur. La thermochimie, au moyen d'appareils calorimétriques très-sensibles, détermine le nombre des calories qui sont dégagées ou absorbées dans les combinaisons, en partant des expériences classiques de MM. Favre et Silbermann. M. Berthelot, qui a fait de ce sujet une étude approfondie, ramène les sources de la chaleur animale à cinq espèces de métamorphoses ; ce sont d'abord les effets qui résultent de la fixation de l'oxygène sur divers principes organiques, puis la production d'acide carbonique par oxydation, ensuite la production d'eau, en quatrième lieu la formation d'acide carbonique par dédoublement, enfin les hydratations et les déshydratations. Le savant chimiste a essayé de montrer comment les nombres obtenus dans l'étude des chaleurs de combustion des divers acides organiques, alcools, etc., peuvent être appliqués aux composés brûlés dans l'organisme animal ; mais, tout en admettant la réalité théorique des analogies qu'il établit, on ne peut s'empêcher de remarquer que la vérification pratique en est bien difficile et bien délicate. Le moyen de mesurer dans un point de l'économie la chaleur produite par une réaction fugitive au sein profond d'un tissu qu'il faudrait lacérer pour l'explorer ?

Si de ce côté la thermochimie ne paraît pas devoir éclairer beaucoup la physiologie, elle lui révèle d'autre part des sources de chaleur restées inaperçues jusqu'ici. M. Berthelot fait voir que l'acide carbonique de l'économie ne se forme pas toujours par oxydation du carbone, et provient quelquefois d'un dédoublement qui absorbe de la chaleur. On sait que les substances alimentaires se ramènent à trois types fondamentaux, les graisses, les hydrates de charbon (sucres, fécules, amidon) et les albuminoïdes. Or les graisses, en se dédoublant et se combinant à l'eau, comme il arrive sous l'influence du suc pancréatique, donnent de la chaleur; il en est de même pour les hydrates de charbon, indépendamment de toute oxydation. Enfin les matières albumineuses provoquent aussi des phénomènes calorifiques très-nets lors de leur combinaison avec l'eau, suivie de dédoublements divers. Ces faits, signalés par M. Berthelot, doivent intervenir dans le calcul exact et détaillé, peut-être encore prématuré aujourd'hui, de la chaleur des animaux. Quoi qu'il en soit, celle-ci a pour origine l'ensemble des métamorphoses chimiques qui s'accomplissent d'une manière incessante dans les profondeurs de leurs organes, métamorphoses déterminant la rénovation continue de toute la substance organisée, c'est-à-dire la nutrition; mais pourquoi cette nutrition, pourquoi cette production perpétuelle de chaleur dans la machine vivante?

Il est possible aujourd'hui de résoudre ce problème, qui renferme le secret d'une des plus belles ordonnances de la nature. La chaleur produite par les animaux est la source de tous leurs mouvements; en d'autres termes, le travail mécanique qu'ils effectuent

est une transformation pure et simple de l'activité thermique qu'ils développent. Ils ne créent pas la force motrice par quelque opération spontanée qui serait une des prérogatives de la vie, ils la tirent de l'énergie calorifique emmagasinée dans les organes que parcourt le fluide sanguin. Il y a de plus un rapport réglé entre la quantité de chaleur qui disparaît et le travail mécanique qui apparaît. Remarquons cependant que, si tout mouvement est chez les êtres vivants une transformation de la chaleur animale, celle-ci ne se transforme pas tout entière en mouvement. Elle se dissipe en partie par la transpiration cutanée, par le contact et surtout par le rayonnement; elle est employée à maintenir à un degré constant la température de l'animal, soumis à des causes nombreuses de refroidissement.

Le travail mécanique exécuté par l'animal est très-complexe. Indépendamment des mouvements musculaires visibles, il y a tous les déplacements des organes intérieurs, la translation continuelle du sang, les contractions et dilatations d'un grand nombre de parties. Or ces actions ne sont possibles qu'autant que les phénomènes respiratoires s'accomplissent dans la région active. Empêchons le sang artériel d'arriver dans un muscle, c'est-à-dire les combustions de s'y opérer et par suite la chaleur de s'y produire, et, bien que la structure de cet organe n'en souffre aucune atteinte, il perd le pouvoir de se contracter. Comprimons seulement l'artère nourricière de ce muscle de façon à y ralentir le flux sanguin, et l'organe se refroidira en perdant de sa force. Les travaux de M. Hirn et de M. Béclard ont établi nettement les rapports entre la

chaleur et le mouvement musculaire. Des expériences plus récentes de M. Onimus ont fixé, avec non moins de précision, la thermodynamique des mouvements circulatoires[1].

Nous avons dit que le pouvoir thermogène des aliments sera d'autant plus considérable que ceux-ci renfermeront une plus grande quantité d'éléments exigeant, pour être brûlés, une forte proportion d'oxygène. C'est pour cela que la viande et les graisses réparent bien plus vite les pertes de l'économie que les matières végétales. Ces dernières conviennent aux habitants des pays chauds, qui n'ont pas besoin de produire de chaleur, puisque l'atmosphère leur en fournit suffisamment. Les habitants des régions froides, dont au contraire la calorification doit être aussi constante qu'énergique, sont poussés instinctivement à l'usage des viandes et des graisses, dont la combustion donne beaucoup de chaleur. C'est une nécessité physiologique pour les Lapons, par exemple, de se nourrir de l'huile des cétacés, comme c'en est une aussi pour les hommes des tropiques de ne consommer que des aliments très-légers. L'activité des combustions respiratoires et la nature de l'alimentation changent ainsi avec les climats, de façon qu'il y ait toujours une certaine proportionnalité entre l'état thermique du milieu ambiant et celui du foyer animal. Semblablement, dans un même climat, les individus qui font une grande dépense de travail mécanique doivent manger plus que ceux qui effectuent peu de mouvement. Ce fait d'ob-

[1] Voir son livre intitulé *De la théorie mécanique de la chaleur dans ses rapports avec les phénomènes de la vie*, 1867.

servation très-ancienne reçoit aujourd'hui la démonstration la plus nette et la plus claire. Cependant on n'en tient peut-être pas encore assez de compte dans l'économie de l'alimentation publique. Des exemples nombreux établissent quel profit il y aurait pour l'industrie à augmenter par tous les moyens possibles la quantité de viande dans les repas de l'ouvrier. Dernièrement encore, dans un établissement industriel du Tarn, M. Talabot vient d'améliorer l'état sanitaire et la vigueur de ses ouvriers en leur donnant beaucoup de viande. Sous l'influence d'une nourriture presque exclusivement végétale, chaque ouvrier perdait en moyenne quinze journées de travail par an, par suite de fatigue ou de maladie. Du moment où l'usage de la viande fut adopté, la perte moyenne par tête et par an ne fut plus que de trois journées. Assez souvent, il faut en convenir, l'alcool n'est pour l'ouvrier qu'un moyen de remédier à l'insuffisance des aliments thermogènes, moyen illusoire qui relève momentanément l'économie pour la miner ensuite avec une redoutable subtilité. Un des meilleurs remèdes contre l'alcoolisme serait certainement la diminution du prix de la viande.

Au point de vue des rapports de la chaleur et du mouvement, l'être vivant peut donc être assimilé à un moteur inanimé, comme une machine à vapeur. Dans les deux cas, la chaleur est engendrée par des combustions et transformée en travail mécanique par un système d'organes plus ou moins compliqués. Dans les deux cas, elle est d'abord à l'état de tension et fournit du mouvement au fur et à mesure qu'elle est requise pour l'exécution d'un travail quelconque. Seulement l'être vivant est un appareil bien plus parfait. Tandis

que les machines à vapeur les mieux construites n'utilisent que les *douze centièmes* de la force disponible, le système musculaire de l'homme a, d'après M. Hirn, un rendement de *dix-huit centièmes*. D'autre part, le moteur animé a cela de particulier que les sources de chaleur et les mécanismes y sont intimement confondus, que la chaleur y est produite d'une manière en quelque sorte diffuse par des organes en mouvement, et que celui-ci s'y transforme à son tour en chaleur : complexité incroyable dont la science contemporaine n'a pu démêler les lois simples qu'au prix des efforts et des ressources réunies de la physique, de la chimie et de la biologie.

D'après certains physiologistes, la chaleur ne serait pas seulement dans l'économie la source du mouvement, elle s'y transformerait aussi en activité nerveuse. Le fonctionnement du cerveau serait un *travail* tout pareil à celui du biceps. L'esprit lui-même devrait être considéré comme engendré par la chaleur. Des expériences récentes de M. Valentin, de M. Lombard, de M. Byasson, et surtout de M. Schiff, sembleraient établir, d'après eux, qu'il y a un rapport proportionnel et suivi entre l'énergie des fonctions nerveuses et la température des parties où elles s'accomplissent. M. Gavarret n'hésite pas à conclure de ces recherches que les relations du système nerveux et du système musculaire avec la chaleur sont les mêmes. Seulement, dans le cas des muscles, la force produite se manifeste à l'extérieur par des phénomènes visibles, tandis que dans celui des nerfs elle s'épuise à l'extérieur en actes moléculaires et profonds, se dérobant à toute mesure précise. Une somme donnée de chaleur développée

dans l'économie aurait ainsi, d'une part, un équivalent mécanique, et de l'autre un équivalent psychologique. M. Gavarret, qui est un savant circonspect et fidèle à la méthode expérimentale, ne va pas sans doute jusqu'à prétendre que le sentiment et la pensée peuvent être évalués en calories; il déclare même qu'il n'y a point de commune mesure entre l'intelligence et la chaleur; mais il ne manque pas de physiologistes moins timides, qui ramènent toute sorte de manifestation vitale aux formules rigides de la thermodynamique. Quelques remarques succinctes feront peut-être voir que ces physiologistes se méprennent.

L'assimilation du système nerveux et du système musculaire, au point de vue de leur solidarité avec la chaleur, est aventureuse pour beaucoup de raisons. Il y a entre le nerf et le muscle cette énorme différence que le premier est doué d'une spontanéité refusée au second. La fibre musculaire ne se contracte jamais de soi-même; il y faut une excitation, son énergie est empruntée. La cellule nerveuse, au contraire, a en soi une vertu d'agir toujours présente, jamais épuisée, dont l'énergie lui appartient en propre. Toutes deux évidemment puisent dans les mêmes milieux externes et internes le principe de l'activité qui les distingue; mais tandis que le muscle, organe mécanique, se borne à métamorphoser docilement en une quantité géométrique de travail la force qui lui est octroyée sous forme de chaleur, le nerf, organe vital, reste impénétrable, inaccessible à nos calculs, et exerce à sa guise, dans une série d'opérations indépendantes de la dynamométrie et de la thermométrie, ses pouvoirs caractéristiques et quasi souverains. Du

ôté du système musculaire, tout est mesurable ; du côté u système nerveux, rien ne l'est. Impressions, sensa- ions, affections, pensées, désirs, douleurs et plaisirs, out cela compose un monde soustrait aux conditions du léterminisme ordinaire. Cette force supérieure qui, ommandant à toutes les plus hautes activités de l'ani- nal, décide, suspend, interrompt, rétablit et règle la ransformation elle-même de la chaleur en mouve- nent, qui, s'affirmant indépendante au dedans de ous-mêmes, et de quelque antique nom qu'on l'ap- elle, âme, volonté ou liberté, reste la plus indé- iable, quoique la plus mystérieuse certitude de notre onscience, cette force proteste contre la réduction de a vie cérébrale au mécanisme. Telle est du reste ussi la conviction de M. Claude Bernard et de M. Helmholtz.

II

Indépendamment des variations normales et insi- gnifiantes que la chaleur peut présenter dans une même espèce et de celles qu'elle manifeste lorsqu'on passe d'un groupe zoologique à un autre, il y a lieu de considérer les changements qu'elle subit chez un même individu sous l'influence des perturbations di- verses de l'économie. Si elle reste à peu près insen- sible aux modifications de la température ambiante, il n'en est pas de même lorsqu'on touche à l'intégrité

de l'équilibre des organes. Le concert des diverses parties de l'organisme et des fonctions qu'elles accomplissent est si grand que le moindre trouble s'y répercute et porte partout le désordre. Le système nerveux, chargé de maintenir la communication harmonique de tous les points de l'animal, a le premier connaissance de l'accident survenu, et en transmet de tous côtés l'impression anormale. Il n'est pas le générateur de la chaleur animale, mais il en est le régulateur, c'est-à-dire qu'il en dirige et en surveille en quelque sorte la production et la distribution au gré des besoins variables de l'économie. Toute lésion ou affection de ce système a un contre-coup sur les actes physiologiques, et principalement sur la calorification. En coupant sur un lapin le filet cervical du grand sympathique d'un seul côté, M. Claude Bernard a provoqué de ce côté une élévation de température de plusieurs degrés. Là où, sous une influence quelconque, l'action du système nerveux est suspendue, le sang afflue, apportant avec lui une plus grande quantité d'énergie thermique. Là où l'inverse a lieu, les vaisseaux se resserrent et la température s'abaisse.

L'alimentation insuffisante et l'abstinence agissent sur la chaleur animale, mais non d'une manière immédiate. L'organisme se maintient à son degré normal de température jusqu'à ce qu'il ait épuisé sa réserve de matériaux combustibles. Alors il se refroidit peu à peu, jusqu'à un degré très-inférieur. Ainsi un lapin soumis à l'inanition par M. Chossat possédait le premier jour 38°,4, deux jours avant sa mort 38°,1, la veille 37°,5, et au moment de sa mort 27 degrés. En l'introduisant, à l'instant où il va succomber, dans

un milieu chaud, on lui restitue pour quelque temps l'activité apparente de ses fonctions; toutefois ce réveil est de courte durée : les éléments anatomiques ont perdu définitivement tout ressort.

La main d'un malade qui souffre d'une fluxion de poitrine ou qui est atteint d'un accès de fièvre est brûlante; celle d'un individu affecté d'asthme grave ou d'emphysème paraît froide comme le marbre. C'est que la chaleur animale varie considérablement dans les divers états pathologiques. Tantôt elle s'y élève, tantôt elle s'y abaisse, mais presque jamais l'influence morbide n'est compatible avec le degré de la température normale du corps. Au temps d'Hippocrate, à l'époque où l'on ne pratiquait pas encore l'exploration du pouls, l'élévation de la température constituait l'unique élément de la maladie la plus vulgaire, la fièvre. Galien la définit tout simplement une chaleur extraordinaire (*calor præternaturalis substantia febrium*). Les anciens ne se trompaient pas. Il a été reconnu et démontré de nos jours que l'exaltation de la chaleur animale est bien le caractère spécifique de l'état fébrile. D'une part, il n'y a jamais de fièvre quand la température reste au degré normal; de l'autre, la fréquence du pouls peut atteindre les dernières limites sans qu'il y ait mouvement fébrile, ainsi que cela se voit dans l'hystérie. Toutes les fois que la chaleur du corps dépasse 38 degrés, on peut affirmer qu'il y a fièvre, et, sitôt qu'elle descend au-dessous de 36 degrés, il y a ce qu'on appelle de l'algidité. Ainsi, dans l'étroite limite de 2 degrés à peine se meut la chaleur normale. En dehors de ces limites, c'est-à-dire au-dessus de 38 degrés et au-dessous de 36 degrés, la température

est l'indice d'un trouble morbide. Dans la fièvre ordinaire intermittente, elle s'élève deux ou trois heures avant le frisson, atteint un maximum quand celui-ci se termine, puis décroît. Les inflammations aiguës et franches, telles que pneumonies, pleurésies, bronchites, érysipèles, etc., sont caractérisées par une période de trente-six heures ou deux jours environ, pendant laquelle la chaleur monte peu à peu à 41 degrés. Vers le troisième jour, cette chaleur tombe, quitte à reparaître par exacerbation de 1/2 à 1 degré pendant trois ou sept jours, au bout desquels la maladie est à son terme. Quand la température augmente graduellement après le troisième jour, il faut s'attendre à une issue fatale. La chaleur persistante est ici le signe précurseur de la mort. Les fièvres éruptives, comme la variole, la scarlatine, la rougeole, présentent des phénomènes thermiques très-importants. La chaleur y commence avec l'invasion du mal, et augmente jusqu'à l'éruption cutanée. Elle se maintient à un maximum (qui atteint 42 degrés 1/2 dans la scarlatine) jusqu'à ce que l'éruption soit complète, puis elle entre en défervescence, variable avec les phases de l'éruption, qui finit soit par une desquamation (scarlatine), soit par une suppuration (variole). Enfin la température s'élève aussi dans plusieurs affections chirurgicales déterminant un état plus ou moins phlegmasique et fébrile. C'est ce qu'on observe dans les plaies, et en général dans toute sorte de traumatisme, dans le tétanos, dans les anévrysmes, etc. Dans les cas de hernies étranglées et de brûlures et dans la plupart des empoisonnements, elle diminue au contraire d'une façon notable.

Évidemment cette exaltation et cet abaissement de la chaleur animale dans les maladies ne peuvent être attribués qu'à un état correspondant survenu dans l'énergie des combustions respiratoires. On ne sait pas encore au juste la cause de ces variations, c'est-à-dire par quel mécanisme les influences morbides accélèrent ou ralentissent l'activité de la calorification. Quelques médecins y voient l'effet d'une fermentation que provoqueraient dans le sang certains êtres microscopiques tels que bactéries et vibrions, qu'il est peut-être permis de supposer dans la plupart des maladies fébriles. D'autres prétendent que, dans les phlegmasies locales, c'est l'organe enflammé qui communique la chaleur au corps entier, comme un calorifère à un espace clos. Le trouble semblerait à d'autres plutôt d'origine nerveuse, puisque les nerfs, comme nous l'avons vu, sont les régulateurs de l'action thermique.

Le seul moyen exact d'apprécier la température dans les maladies est l'emploi du thermomètre. Swammerdam le premier, au milieu du XVIIe siècle, semble en avoir eu l'idée. De Haën et Hunter, au siècle dernier, en usèrent dans leur pratique médicale ; mais la thermométrie clinique n'a réellement pris d'importance que de nos jours, grâce aux travaux de MM. Bouillaud, Roger, Hirtz et Charcot en France, Bærensprung, Traube et surtout Wunderlich en Allemagne. Ces médecins ne se sont pas bornés à constater que la température s'élève de plusieurs degrés dans les maladies; ils ont suivi les variations thermiques jour par jour, heure par heure, dans les diverses phases des évolutions pathologiques. Ils ont découvert que les courbes de ces oscillations fournissent pour chaque maladie des

types constants, qui se modifient d'une manière déterminée suivant que la maladie a été abandonnée à elle-même ou traitée par tel ou tel agent médicamenteux. On peut donc, en étudiant ces courbes thermopathologiques, suivre la marche des maladies et y trouver de précieuses indications pour le diagnostic ou le pronostic. Dans l'hémorrhagie cérébrale, par exemple, la température descend brusquement à 36 et même à 35 degrés, tandis que dans l'attaque apoplectiforme elle reste à 38 degrés à peu près. Ces deux maladies, bien distinctes au point de vue du traitement et de la guérison, donnent néanmoins lieu souvent à une confusion que le thermomètre permettra désormais d'éviter. La méningite granuleuse se distingue par le même moyen de la méningite simple; dans la première il n'y a aucune élévation de la température malgré la rapidité extrême du pouls, dans la seconde, au contraire, le thermomètre accuse 40 ou 41 degrés.

En tout cas, on voit quel profit la médecine pratique peut tirer des sciences physiques, quelle précision et quelle sûreté elle reçoit de l'application des instruments à la mesure des symptômes morbides. Ajoutons que là est en partie l'avenir du diagnostic. En bannissant de l'exploration médicale le jugement parfois incertain des sens, en substituant autant que possible aux déterminations individuelles et arbitraires, ainsi qu'au sentiment toujours plus ou moins confus du médecin, les indications nettes et impassibles d'un instrument exact, on supprime les causes qui s'opposent à l'interprétation méthodique du mal lui-même. Ces instruments d'ailleurs révèlent souvent des particularités qui échappent à l'observation directe. Ils réparent les oublis.

rectifient les erreurs, dirigent l'activité, multiplient le pouvoir de nos sens imparfaits. A ce point de vue, l'appréciation thermométrique des variations de la chaleur animale dans les maladies, la thermométrie clinique, comme on dit, est un des progrès les plus incontestables de la médecine.

III

Après avoir vu comment la chaleur interne est produite chez les animaux, comment elle s'y dépense et s'y transforme en travail mécanique, enfin quelles variations spontanées ou provoquées elle y peut subir, nous devons examiner l'influence de la chaleur externe sur ces mêmes animaux et les phénomènes divers qui résultent de l'élévation ou de l'abaissement de la température du milieu dans lequel ils vivent. Des travaux récents ont éclairci ces questions. Boerhaave avait fait quelques expériences à ce sujet, mais sans rigueur suffisante. Berger et Delaroche, au commencement de ce siècle, en entreprirent de nouvelles qui eurent du retentissement dans les écoles de physiologie. Ils placèrent des animaux dans des étuves contenant de l'air chauffé à divers degrés de température, et observèrent les effets que les influences thermiques exercent sur la vie. La conclusion de leurs recherches fut que tous les animaux ont la faculté de résister à la chaleur pendant un certain temps, et que la durée de cette résistance

varie avec les espèces. Les petits animaux succombent après un espace de temps assez court à une température de 45 à 50 degrés. Les gros supportent mieux la chaleur. Les animaux à sang froid et les larves d'insectes résistent avec plus d'énergie que les animaux à sang chaud ; l'inverse a lieu pour les insectes à l'état parfait.

Delaroche et Berger étudièrent aussi l'homme à ce point de vue, et reconnurent que l'effet produit varie avec les individus. Ainsi, de 49 à 58 degrés, l'étuve devint insupportable pour Delaroche lui-même, qui en tomba malade ; Berger en fut à peine fatigué. D'autre part, Berger ne put rester que sept minutes dans un milieu chauffé à 87 degrés, tandis que Blagden y était resté douze minutes. Dans les régions tropicales, la température s'élève fréquemment, pendant le jour, au-dessus de 40 degrés sans inconvénient pour les indigènes. Au cap de Bonne-Espérance, le thermomètre marque 43 degrés. Quelquefois cependant une pareille chaleur est meurtrière. On rapporte entre autres cas qu'au mois de juin 1738, dans les rues de Charlestown, plusieurs personnes moururent sous l'influence de 41 degrés. On a vu souvent, en Afrique, nos soldats parcourant une longue route, sous les rayons d'un soleil ardent, être pris de délire et succomber ; mais ici l'influence de la lumière s'est jointe à celle de la chaleur. Duhamel cite l'histoire de plusieurs servantes d'un boulanger qui pouvaient, sans en être incommodées, séjourner pendant près de dix minutes dans un four chauffé au degré nécessaire pour la cuisson du pain. L'expérience a été répétée depuis. Il n'y a rien de contradictoire dans ces faits. L'animal peut supporter

quelque temps une température très-supérieure à la sienne, parce que la transpiration fort énergique qui a lieu alors s'oppose à l'échauffement de ses organes; néanmoins, comme nous l'allons voir, sitôt que sa chaleur interne s'élève réellement de quelques degrés au-dessus du chiffre normal, la vie n'est plus possible.

L'étude de ces phénomènes n'avait guère été poussée plus loin quand, en 1842, M. Claude Bernard y consacra des recherches qu'il a reprises et complétées dernièrement, et dont il vient de publier les résultats. Ce physiologiste s'est servi d'une caisse de sapin divisée en deux parties par un treillage sur lequel on place l'animal soumis à l'expérience. La caisse repose sur une plaque de fonte, et le tout est disposé sur un fourneau qui échauffe plus ou moins l'air de l'appareil. Une fenêtre placée latéralement dans celui-ci permet de fixer à volonté la tête de l'animal hors de la caisse. En examinant les animaux soumis dans ces conditions à l'influence de l'air plus ou moins chaud, M. C. Bernard a vérifié les premières observations de Berger et Delaroche, et en a fait de nouvelles plus importantes. Boerhaave avait attribué la mort à l'application de l'air chaud sur le poumon, qui empêcherait le rafraîchissement du sang. M. Bernard a montré par des expériences que l'air chaud agissant sur la peau produit une élévation de température plus promptement mortelle que lorsque ce fluide est seulement introduit dans l'appareil pulmonaire. Il a constaté aussi que, lorsque l'air chaud est humide, les phénomènes affectent une marche plus rapide, et la mort survient beaucoup plus vite, et à une température plus basse que dans l'air sec. Cette

différence résulterait de ce que l'humidité favorise l'échauffement.

Lorsqu'un animal est soumis aux effets toxiques de la chaleur, il présente une série de phénomènes constants et caractéristiques. Il est d'abord un peu agité, puis haletant, ses mouvements respiratoires et circulatoires s'accélèrent, il s'échauffe peu à peu par la circulation, qui, en charriant incessamment le sang de la périphérie au centre, y transporte aussi la chaleur; puis à un moment donné il tombe en convulsions, les battements de son cœur s'arrêtent, et il s'éteint en poussant un cri. On observe, au moyen du thermomètre, que la température du corps de l'animal est, dans tous les cas, supérieure de 4 ou 5 degrés au chiffre qui représente la température normale. Ainsi au début l'animal est excité, ses fonctions semblent s'accomplir avec une vigueur nouvelle, à peu près comme aux premiers rayons du soleil d'avril les pulsations de la vie deviennent plus rapides chez tous les êtres; mais cette excitation n'est que passagère, et bientôt, parvenue à un certain degré, cette chaleur fait place au froid de la mort. M. Bernard a examiné avec soin les animaux qui succombaient dans ces conditions, et le premier phénomène qui l'a frappé, c'est la promptitude avec laquelle survient la rigidité cadavérique. Le cœur est devenu soudain insensible à toute excitation; des taches ecchymotiques existent en plusieurs endroits de la peau. La chaleur a figé, coagulé la matière molle qui constitue les fibres musculaires. Celles-ci ont été comme foudroyées. D'autre part, le sang artériel de l'animal a noirci, s'est appauvri en oxygène, s'est chargé d'acide carbonique et a pris l'aspect du sang veineux. Toute-

fois dans cet état le sang n'a pas perdu ses propriétés physiologiques, et, sous l'influence d'une nouvelle quantité d'oxygène, il peut recouvrer son état normal et redevenir rutilant. La chaleur, pourvu que le degré n'en soit pas trop élevé, ne fait qu'activer la combustion sanguine sans altérer le sang. Le système nerveux ne paraît pas non plus souffrir beaucoup. L'élément le plus profondément atteint, c'est le muscle; *la chaleur est un poison du système musculaire*, comme le sulfocyanure de potassium et l'upas antiar. C'est la perte des propriétés vitales de ce système qui, en déterminant la rigidité des muscles, puis l'arrêt de la circulation et par suite de la respiration, est une cause fatale de mort. Cette destruction de la fibre musculaire contractile se fait vers 37 ou 39 degrés chez les animaux à sang froid, vers 43 ou 44 degrés chez les mammifères, vers 46 ou 48 degrés chez les oiseaux, c'est-à-dire en général à une température de 5 ou 6 degrés plus élevée que la température fixe de l'animal. M. Bernard fait remarquer que, dans aucun cas, il n'est permis d'admettre que la vie oppose une sorte de résistance à l'échauffement; au contraire le mouvement vital tend à l'accélérer, et cela se conçoit. La chaleur interne produite par l'animal se joint à la chaleur acquise, et le renouvellement du sang, qui est la condition de l'échauffement, se fait alors avec beaucoup plus d'activité. Ajoutons que tout récemment M. Demarquay appliquait de la façon la plus heureuse, et sans s'en douter, cette action toxique de la chaleur sur les muscles. Il a guéri des malades affectés de ces affreuses contractures musculaires qui caractérisent le *tétanos*, en les soumettant à l'influence du calorique, en leur

faisant prendre des bains d'air très-chaud. L'élévation de la température des muscles tétanisés a suffi pour modifier ceux-ci et les ramener à l'état sain. Ici le poison est devenu remède.

Tels sont les effets de l'élévation de la température sur les animaux. Voyons maintenant ce que ceux-ci deviennent lorsqu'on les plonge dans des milieux froids. On connaissait depuis longtemps des faits curieux concernant la congélation de certains d'entre eux. Pendant son voyage en Islande (1828 et 1829), M. Gaimard, ayant exposé en plein air une boîte remplie de terre au milieu de laquelle se trouvaient des crapauds, ouvrit celle-ci au bout d'un certain temps, et les reptiles, devenus durs et cassants, étaient congelés; cependant on put les rappeler à la vie en les mettant dans de l'eau tiède. Beaucoup d'anciens auteurs citent des cas analogues, et on conçoit jusqu'à un certain point qu'un grand physiologiste anglais ait pu, un instant, en tirer la singulière conclusion que voici. John Hunter s'imagina qu'il serait possible de prolonger la vie indéfiniment en plaçant un homme dans un climat très-froid et en l'y soumettant à une congélation périodique. Cet homme, se disait-il, vivrait peut-être un millier d'années, si au bout de dix ans on le gelait pour cent ans, quitte à le dégeler au bout de cette période pour dix nouvelles années, et ainsi de suite. « Comme tous les faiseurs de projets, ajoute Hunter, je m'attendais à faire fortune avec celui-là, mais une expérience me désillusionna complétement. » Ayant mis des carpes dans un mélange réfrigérant, il reconnut en effet que, lorsqu'elles sont entièrement congelées, elles sont mortes sans retour. Il en est de

même pour tous les autres animaux, ainsi que l'ont établi des expériences récentes et fort remarquables de M. F.-A. Pouchet.

L'influence du froid sur les êtres organisés varie selon que l'on considère les animaux supérieurs ou les espèces inférieures. En général, on peut dire qu'il faut une température ambiante très-basse pour refroidir beaucoup les animaux, attendu que la chaleur vitale qu'ils développent s'y oppose énergiquement. Cependant les mammifères des régions arctiques, malgré l'épaisse fourrure qui les protége, ne bravent la température du pôle (parfois égale à 40 degrés au-dessous de zéro, point de congélation du mercure) qu'en vivant sous la neige où ils se font une demeure. Les Esquimaux y creusent aussi les huttes où ils écoulent leurs tristes jours. Quand l'organisme ne peut ni réagir ni se prémunir contre des températures aussi basses, la mort arrive rapidement par congélation. Le corps est saisi, et se maintient désormais dans un état d'incorruptibilité remarquable. Tout le monde connaît l'histoire des mammouths antédiluviens retrouvés dans les glaces du pôle, où ils étaient enfouis, aussi frais que des animaux morts récemment. Tandis que la chaleur détruit les tissus, le froid les conserve.

Par quel mécanisme le froid devient-il mortel? Le froid paraît agir sur le système nerveux. Les voyageurs racontent que, dans les contrées polaires, une insurmontable tendance au sommeil accable les hommes saisis par les températures très-basses. Sur les rivages glacés de la terre de Feu, Solander disait à ses compagnons : « Quiconque s'assied s'endort, et quiconque s'endort ne se réveille plus. » Cette tendance est si impérieuse que

plusieurs de ses serviteurs y succombèrent, et que lui-même s'affaissa un moment sur la neige. On dit que, pendant l'hiver de 1709, deux mille soldats de Charles XII périrent dans le sommeil auquel ils s'étaient abandonnés sous l'influence du froid. L'action sur les centres nerveux n'est toutefois que secondaire et consécutive à un autre phénomène étudié par M. Pouchet, et qui fournit ici le secret de la mort. Lorsque la température de l'intérieur du corps s'abaisse à 10 ou 12 degrés au-dessous de zéro, le froid congèle plus ou moins le sang, en désorganise profondément les globules, et c'est cette altération qui, soit directement, soit lorsque le sang est redevenu fluide, anéantit toutes les fonctions vitales. Larrey rapporte le cas de Sureau, pharmacien en chef de l'armée de Russie, qui, profondément refroidi par une marche pénible dans la neige, ne mourut qu'au moment où on commençait à le réchauffer. Les expériences sur les animaux font voir que ceux-ci se conservent vivants tant qu'on les entretient dans un état de demi-congélation, et qu'ils meurent quand on rétablit chez eux la température et la circulation de façon à permettre aux globules, désorganisés par le froid, de se répandre dans tous les vaisseaux. La mort arrive ainsi chaque fois que la quantité de ces globules est en nombre suffisant pour provoquer une perturbation considérable dans l'économie, c'est-à-dire chaque fois que la partie gelée présente une certaine étendue. Tout animal entièrement congelé, et dont par conséquent le sang figé ne renferme plus que des globules impropres à la vie, est mort sans résurrection possible. En le dégelant on n'obtient qu'un cadavre mou, flasque, décoloré, dont les yeux sont opa-

ques. Si la congélation n'a frappé qu'un membre, celui-ci tombe en gangrène et se détruit. M. Pouchet a tiré de ces études une judicieuse conclusion pratique. S'il est vrai que, dans les cas de congélation partielle, ce sont les globules désorganisés, qui, en rentrant dans la circulation et en viciant le fluide sanguin, tuent l'individu, il est clair que, plus l'invasion de ces globules sera brusque, plus la mort surviendra rapidement. Il s'ensuit qu'en opposant à cette invasion par des ligatures ou un dégel d'une lenteur extrême, on parviendrait à empêcher l'empoisonnement total. Les globules malades qui, en pénétrant en masse dans le cœur et dans les poumons, allaient compromettre la vie par l'altération subite du sang, s'ils sont versés peu à peu dans celui-ci, ne le troubleront apparemment que d'une façon insignifiante.

Ainsi les travaux récents de la physiologie expérimentale nous expliquent les effets du chaud et du froid considérés comme agents toxiques. Le premier est un poison de la fibre musculaire, le second en est un des globules sanguins. — Il en est de la chaleur comme des autres éléments du milieu cosmique où vit l'animal. Elle recèle les vertus les plus opposées, à l'instar de de la tendre fleur, au suc à la fois salutaire et terrible, dont le frère Laurent parle dans *Roméo*. Elle peut tour à tour entretenir la santé, guérir la maladie ou commander la mort.

L'homme est donc le frêle jouet de toutes les forces sourdes qui l'entourent et l'étreignent. Il a beau les asservir, il n'échappe pas aux lois inflexibles qui subordonnent l'équilibre de la vie à celui des conditions physico-chimiques les plus inférieures. Du moins il a

la consolation de connaître ces lois, et de régler son existence de façon à en atténuer le plus possible les rigueurs. Quand la nature l'écrase, elle n'en sait rien, elle s'ignore elle-même; l'homme, si petit, est plus grand que ces grandeurs aveugles, puisque la sienne, à lui, s'appelle conscience. Le sujet que nous venons d'étudier en est une belle preuve; mais on n'en comprendrait pas tout l'intérêt imposant, si nous ne donnions en terminant la réponse à la dernière question qu'il suggère. Cette chaleur que les phénomènes chimiques développent dans l'économie vivante, d'où vient-elle à son tour? Elle vient des aliments, qui en définitive sont tous tirés des plantes, et celles-ci l'ont empruntée au soleil. Les végétaux, dont la combustion s'opère au sein de l'animal en y dégageant une certaine somme d'énergie potentielle (chaleur), ne font que rendre à celui-là la force qui leur a été fournie par l'astre radieux. C'est donc une partie de la radiation solaire, emmagasinée d'abord par la plante, que l'animal rend disponible et utilise soit pour lutter contre le froid, soit pour assurer le jeu régulier de ses fonctions motrices. Le soleil est ainsi, on peut le dire rigoureusement, la source inépuisable de la vie comme il en est l'éternel ressort. A ce point de vue, la science confirme les intuitions primordiales et les rêves poétiques de l'homme au berceau. La raison, instruite par une longue expérience, se trouve d'accord avec le sentiment naïf et spontané de ceux de nos ancêtres qui contemplèrent pour la première fois la splendeur du jour [1].

[1] *Revue des deux mondes* du 15 janvier 1872.

L'ÉLECTRICITÉ ET LA VIE[1]

C'est en 1794 que Galvani découvrit que les muscles des animaux éprouvent des contractions au contact de certains métaux. Suivant lui, ce contact provoque simplement la décharge d'un fluide inhérent aux animaux eux-mêmes. Le fait n'était pas contestable, mais l'explication l'était. De grandes discussions s'ensuivirent dans les écoles de physiologie; heureusement on comprit que la difficulté ne pouvait être résolue que par des expériences. On en fit un nombre immense, à la plus mémorable desquelles reste attaché le nom de Volta. Alexandre Volta soutenait, contre Galvani, que l'électricité qui détermine des contractions dans les muscles, loin d'être originaire de ces organes, y est introduite par les métaux avec lesquels on opère. Pour le prouver, il construisit, en 1800, la pile qui porte son nom, c'est-à-dire un appareil où l'association de deux métaux différents devient une source abondante de fluide électrique. Galvani et Volta

[1] *Revue des deux mondes* du 1er août 1872.

étaient deux hommes du plus éminent esprit, qui savaient à fond la physique et la physiologie, et qui n'avançaient rien à la légère. Leurs découvertes furent le point de départ d'un des plus admirables mouvements qu'il y ait dans l'histoire des sciences, mouvement toujours en pleine activité, et d'autant plus remarquable qu'il aboutit précisément — et ceci date d'hier à peine — à démontrer que Galvani et Volta avaient raison tous les deux. La science contemporaine prouve qu'il y a une électricité propre aux animaux, comme le voulait Galvani. Elle constate aussi que l'électricité produite par des causes extérieures a une influence sur les animaux, comme l'enseignait Volta. De la connaissance approfondie des deux ordres de phénomènes elle déduit un ensemble de procédés pour la guérison par l'électricité d'un grand nombre de maladies. Montrer les rapports de l'électricité avec la vie revient, par suite, à considérer d'abord l'électricité qui existe naturellement chez les animaux au même titre que la chaleur, puis à faire connaître l'action de ce fluide sur l'organisme, soit dans l'état de santé, soit à l'état morbide. Un tel exposé complétera les détails contenus dans les pages précédentes touchant les relations de la vie avec la lumière et avec la chaleur, relations qu'il est permis dès aujourd'hui de considérer comme formant les linéaments d'une science nouvelle.

I

Les témoins les plus authentiques de l'existence de l'électricité animale sont des poissons. La torpille, le mormyre, le silure, le malaptérure, le gymnote et la raie développent spontanément une quantité plus ou moins considérable d'électricité. Ce fluide, dont la production est soumise à la volonté de l'animal, est identique à celui des machines électriques ordinaires; il donne les mêmes secousses et les mêmes étincelles lorsqu'il est à une certaine tension. L'appareil où il se forme consiste en une série de petits disques d'une substance spéciale, séparés les uns des autres par des cloisons de tissu lamelleux. De fines terminaisons nerveuses se distribuent à la surface de ces disques, et le tout représente une sorte de pile membraneuse, située d'ordinaire dans la région de la tête, quelquefois vers la queue.

Ces poissons sont les seuls animaux pourvus d'un appareil spécialement affecté à la production de l'électricité; mais tous les animaux sont électriques, en ce sens qu'il se forme constamment à l'intérieur de leurs organes une certaine quantité de fluide. L'existence d'une électricité propre aux muscles et aux nerfs, et indépendante de leurs activités caractéristiques, a été établie par de nombreuses expériences, surtout par celles de Nobili, de Matteucci et de M. Dubois-Rey-

mond. Pour constater l'existence des courants d'électricité nerveuse, il suffit de préparer un muscle de grenouille et de le toucher en deux points différents avec les deux extrémités d'un filament nerveux du même animal. Le muscle entre alors en contraction sous l'influence du courant électrique nerveux. Une autre expérience aussi simple prouve l'existence du courant musculaire. Sur un animal vivant ou récemment tué, on découvre un muscle, on l'incise perpendiculairement à la direction des fibres charnues, et l'on fait communiquer avec les deux fils d'un galvanoscope très-sensible, à la fois la surface naturelle du muscle et la surface obtenue par l'incision. L'aiguille de l'instrument accuse alors le passage d'un courant. Cette électricité musculaire peut être obtenue en assez grande quantité par la superposition, en forme de pile, d'un certain nombre de tronçons de muscles. Le pôle positif du système sera la surface naturelle de l'un des tronçons terminaux, et le pôle négatif la surface de section de l'autre. Un tel système agit sur les appareils galvanoscopiques, et peut même exciter des contractions dans d'autres muscles.

Indépendamment de ces courants électriques nerveux et musculaires, il existe dans l'économie animale d'autres sources de fluide. Il se produit des courants entre la face externe et la face interne de la peau, dans le sang, dans les appareils sécréteurs, en un mot dans presque tout l'organisme. Les expériences aussi originales que délicates auxquelles M. Becquerel emploie depuis plusieurs années toute l'activité de sa verte vieillesse, lui permettent d'affirmer dès aujourd'hui la prépondérance des phénomènes électro-capillaires

dans la vie animale. D'après le savant physicien, deux dissolutions de nature différente, conductrices de l'électricité, séparées par une membrane ou par un espace capillaire, constituent un circuit électro-chimique, et, si l'on considère les éléments anatomiques des divers tissus, cellules, tubes, globules, etc., dans leurs rapports avec les liqueurs qui les baignent, on trouve qu'ils donnent naissance à une infinité de couples qui dégagent incessamment de l'électricité. Le sang artériel et le sang veineux forment un couple dont la force électro-motrice est égale à 0,57, celle d'un couple à acide nitrique étant 100. M. Becquerel fait intervenir ces courants dans l'explication de beaucoup de phénomènes physiologiques encore mal interprétés. Si la réalité même de telles actions est indéniable, il faut reconnaître cependant que la doctrine générale qui les relie les unes aux autres et toutes ensemble aux diverses activités de l'organisme manque encore de netteté. Il importe de savoir comment ces courants se distribuent et se répandent, quels trajets ils suivent. Le moment est venu pour la physiologie expérimentale d'aborder ces difficiles problèmes, dont la solution est indispensable à la connaissance précise du déterminisme vital, c'est-à-dire au dénombrement et à la mesure des facteurs divers qui sont les termes de toutes les équations du mouvement organique.

Les végétaux développent aussi de l'électricité. Pouillet a constaté nettement que la végétation dégage de l'électricité. D'autres physiciens, et surtout M. Becquerel, ont démontré l'existence de courants dans les fruits, les tiges, les racines et les feuilles des plantes. M. Becquerel prit une tige de jeune peuplier en pleine

sève, introduisit un fil de platine dans la moelle et un second fil dans l'écorce, et fit aboutir ces deux conducteurs à un galvanoscope; l'aiguille indiqua aussitôt le passage d'un courant. M. Buff a exécuté plus récemment des expériences dans lesquelles il a eu soin de ne pas blesser les organes. Deux vases contenant du mercure recevaient des fils de platine; sur le mercure était de l'eau où plongeaient les végétaux dont il s'agissait d'étudier l'état électrique. En prenant des feuilles et des racines, M. Buff constata un courant qui allait des racines aux feuilles à travers la plante; dans une branche séparée de la tige, le courant marchait aussi vers les feuilles. En définitive, l'existence d'une électricité vitale est incontestable, bien qu'on ne connaisse pas encore exactement les conditions de cette effervescence intestine et qu'on en ignore les vrais rapports avec l'ensemble des opérations physico-chimiques de l'organisme vivant.

Ces dernières sont en tout cas extrêmement complexes. Il y a en chaque être organisé, il y a en nous un monde infini d'activités de toute sorte. Les forces qui nous pénètrent sont aussi multiples que les matériaux dont nous sommes pétris. En chaque point de notre corps et à chaque instant de notre existence, toutes les énergies de la nature se rencontrent et se conjoignent. Néanmoins il règne dans la suite de ces opérations merveilleuses un tel ordre, qu'au lieu d'une confusion inextricable, c'est une harmonieuse synergie qui caractérise les êtres doués de vie. Tout en eux se balance et se pondère, se commande et se répond. C'est ce que Buffon avait déjà senti et exprimé. « L'animal, dit-il, réunit toutes les puissances de la

nature; son individu est un centre où tout se rapporte, un point où l'univers entier se réfléchit, un monde en raccourci [1]. » Paroles profondes, qui étaient pour le grand naturaliste plutôt le fruit d'une intuition de génie que celui d'une spéculation rigoureuse, — paroles que le progrès de la science tend à vérifier de plus en plus, et dont la lumière éclaire sa route.

Après avoir constaté que les corps vivants sont eux-mêmes des sources de fluide électrique, il convient d'examiner la nature des effets que l'électricité, sous des formes diverses, peut exercer sur l'organisme animal. L'atmosphère contient une quantité variable d'électricité positive; la terre elle-même est toujours chargée d'électricité négative. On ne sait pas encore au juste comment se développe cette force diffuse et sourde. Les physiciens pensent qu'elle provient de la végétation et de l'évaporation des eaux. M. Becquerel a énuméré tout récemment un ensemble de raisons plus ou moins plausibles qui autoriseraient à croire que la plus grande partie de l'électricité atmosphérique a son origine dans le soleil; cet astre la répandrait dans les espaces en même temps que la lumière. Quoi qu'il en soit, tant que le ciel est serein, ce fluide n'a aucune action manifeste sur les êtres vivants; mais lorsqu'il s'accumule dans les nuées et donne naissance aux orages, il produit des effets qui fournissent la plus démonstrative des preuves de l'influence que l'électricité exerce sur la vie. Les personnes tuées par la foudre présentent des aspects très-divers. Tantôt l'individu foudroyé est tué roide sur place, le mort

[1] Éd. Lacépède, t. IV, p. 417.

restant assis ou debout; tantôt, au contraire, il est lancé à une grande distance. Parfois la foudre déshabille les victimes, détruit leurs vêtements et laisse le corps intact, ou bien c'est l'inverse qui arrive. Ici les désordres sont effrayants : il y a déchirure du cœur et broiement des os; ailleurs on constate une parfaite intégrité des organes. Dans certains cas, il y a flaccidité des membres, ramollissement des os, affaissement des poumons; dans d'autres, on voit des contractures et de la rigidité. Quelquefois le corps du foudroyé se décompose avec rapidité, mais il peut aussi braver la putréfaction. Enfin la foudre, qui brise les arbres et renverse les murailles, semble ne produire que très-difficilement des mutilations chez les animaux. Lorsque le tonnerre ne détermine pas la mort, il provoque du moins des accidents graves, parfois temporaires, le plus souvent irrémédiables. Indépendamment des brûlures et des éruptions diverses qu'on remarque sur la peau des personnes frappées, celles-ci éprouvent assez souvent une sorte d'épilation générale fort bizarre; elles sont atteintes de paralysie, de mutisme, de perversion des sens (surdité, amaurose), d'imbécillité. Bref, les ravages de l'électricité atmosphérique atteignent toutes les fonctions du système nerveux.

L'action des poissons électriques peut être rapprochée de celle de la foudre, puisqu'elle ne dépend pas davantage de notre industrie. Les commotions du gymnote surtout sont formidables. Alexandre de Humboldt raconte qu'ayant mis les deux pieds sur un de ces poissons qu'on venait de retirer de l'eau, il reçut une secousse si violente qu'il ressentit le reste du jour des douleurs dans toutes les jointures. Ces commotions

renversent les bêtes les plus vigoureuses, et on est obligé d'éviter les rivières où les gymnotes se trouvent, parce que, lorsqu'on essaye de les traverser à gué avec des chevaux ou des mulets, ces derniers peuvent être tués par les décharges. Pour prendre ces poissons, les Indiens poussent dans l'eau des chevaux sauvages dont les piétinements font sortir les gymnotes de la vase. Ces sortes d'anguilles jaunâtres et livides se pressent alors sous le ventre des quadrupèdes, les renversent presque tous et en tuent quelques-uns; mais les poissons s'épuisent à leur tour, et il devient facile de s'en emparer au moyen de petits harpons. Les sauvages s'en servent pour traiter les paralysies. Faraday compare la secousse d'un gymnote — qu'il eut occasion d'étudier — à celle d'une forte batterie de quinze jarres. Quand on touche avec la main une torpille vivante placée hors de l'eau, on éprouve une commotion d'autant plus forte que la surface du contact est plus étendue. La secousse, qui se fait sentir jusque dans l'épaule, est suivie d'un engourdissement fort désagréable. On peut la faire subir à vingt personnes formant la chaîne, la première touchant le dos, et la dernière le ventre de la torpille. Les pêcheurs reconnaissent qu'il y a une torpille dans leurs filets quand, en jetant de l'eau à pleins seaux pour les laver, ils ressentent une commotion. L'eau conduit bien l'électricité, et c'est à travers l'eau que ce poisson tue ou engourdit les animaux dont il se nourrit.

Il existe, tout le monde le sait, d'autres sources d'électricité que les orages et les poissons. Les machines à frottements, les piles et les appareils d'induction fournissent trois sortes de courants qui agissent

sur les fonctions de la vie, quelquefois d'une manière semblable, le plus souvent avec des différences marquées. Ces différences dans le mode d'action des divers courants n'ont été bien établies que de nos jours. L'action de l'électricité statique et de l'électricité d'induction, plus brusque et plus violente, est caractérisée surtout par des effets mécaniques tellement frappants qu'ils ont longtemps empêché les observateurs de suivre avec une attention suffisante les effets d'un autre ordre que produit le courant de la pile. Cependant ce dernier affecte en réalité d'une façon plus profonde les tissus animaux, et les phénomènes auxquels il donne lieu sont dignes du plus vif intérêt, aussi bien au point de vue de la théorie qu'à celui des applications.

Dutrochet a démontré par des expériences mémorables que, lorsqu'un tube contenant de l'eau gommée et fermé en bas par une membrane est placé dans un vase rempli d'eau pure, le niveau de l'eau gommée s'élève peu à peu par l'introduction graduelle de l'eau pure dans le tube. En même temps une certaine quantité de l'eau gommée intérieure se mêle à l'eau pure extérieure. Bref, il s'établit entre les deux liquides communiquant par la membrane un échange réciproque, et l'on constate que le courant qui va du liquide moins dense vers le liquide plus dense est plus rapide que le courant en sens inverse. Cette expérience révèle un des phénomènes les plus importants de la vie des plantes et des animaux, et que l'on désigne par le mot d'endosmose. Or Dutrochet avait remarqué déjà que, si l'on place le pôle positif d'une pile dans l'eau pure et le pôle négatif dans l'eau gommée, les actes

d'endosmose s'accomplissent avec plus d'énergie. MM. Onimus et Legros ont découvert de plus que, si l'on a recours à une disposition inverse, c'est-à-dire si l'on met le pôle positif dans l'eau gommée et le pôle négatif dans l'eau pure, le niveau du liquide dans le tube, au lieu de s'élever, descend notablement. Ainsi l'électricité peut renverser les lois ordinaires de l'endosmose. Elle exerce une action non moins marquée sur tous les autres mouvements physico-chimiques qui s'effectuent dans la profondeur des organes. Elle y décompose les sels, y coagule les matières albuminoïdes du sang et des tissus, exactement comme dans les vaisseaux d'un laboratoire. En voici un exemple bien curieux. Lorsque en chimie on décompose l'iodure de potassium, de l'iode est mis en liberté, et on reconnaît ce dernier corps à la coloration d'un bleu intense qu'il développe au contact de l'amidon. Or, en injectant à un animal une solution d'iodure de potassium et en l'électrisant ensuite, on constate au bout de quelques minutes que toutes les régions voisines du pôle positif de la pile bleuissent en présence de l'amidon, ce qui prouve qu'elles sont imprégnées d'iode. L'iodure a été presque décomposé, et l'iode a été transporté par le courant vers le pôle positif.

Il n'est pas étonnant après cela que l'action de l'électricité s'exerce sur tout le système des opérations nutritives. MM. Onimus et Legros ont observé que les courants continus ascendants accélèrent le double mouvement d'assimilation et de désassimilation [1].

[1] L'électricité se dégage des appareils par deux pôles. On admet que le courant circule du pôle positif vers le pôle négatif. On dit que le courant est ascendant lorsqu'on applique le pôle positif à la partie

Les animaux électrisés dans de certaines conditions rejettent une plus forte proportion d'urée et d'acide carbonique ce qui est l'indice d'une plus grande énergie du feu vital. D'autre part, lorsqu'on soumet à l'action du courant de jeunes individus en voie de développement, ils grandissent et grossissent plus vite que dans les circonstances ordinaires, ce qui est la preuve d'un accroissement dans la quantité des matériaux assimilés. Pour montrer jusqu'à quel point les phénomènes vitaux sont stimulés par l'électricité, nous citerons une autre expérience faite par MM. Robin et Legros sur les noctyluques. Ce sont des animaux microscopiques qui, lorsqu'ils existent en grande quantité dans l'eau de mer, lui donnent presque la blancheur du lait et la rendent à certains moments phosphorescente. Or il suffit de diriger un courant dans un vase rempli d'une eau pareille pour qu'une trace de lumière se dessine sur le parcours du courant. L'électricité provoque la phosphorescence de tous les noctyluques qu'elle rencontre sur son passage entre les deux pôles.

Les courants interrompus ou d'induction rétrécissent les vaisseaux sanguins et ralentissent la circulation dans presque tous les cas; s'ils sont intenses, ils parviennent même à l'arrêter par une forte contraction des artérioles. Il n'en est pas de même avec les courants continus : généralement ils accélèrent la circulation en déterminant une dilatation des vaisseaux. C'est du moins ce qui a été constaté d'abord par MM. Robin et Hiffelsheim dans l'examen microscopique

inférieure et le pôle négatif à la partie supérieure de la moelle; il est descendant quand les pôles sont intervertis.

du flux sanguin électrisé. MM. Onimus et Legros ont établi ensuite que ces actions sont soumises à la loi suivante : le courant descendant dilate les vaisseaux, tandis que le courant ascendant les resserre. Une expérience saisissante démontre la vérité de cette loi. Sur un chien robuste, on enlève une portion du crâne, de façon à mettre le cerveau à découvert. On place alors le pôle positif d'une assez forte pile sur le cerveau mis à nu et le pôle négatif sur le cou. Les vaisseaux ténus et superficiels de l'encéphale se rétrécissent visiblement, et l'organe lui-même semble s'affaisser. En disposant les pôles dans un ordre inverse, on observe le contraire : les vaisseaux capillaires se gonflent, se distendent, et la substance cérébrale fait hernie à travers l'ouverture pratiquée dans la voûte crânienne. Cette expérience prouve qu'on peut à volonté, au moyen des courants, augmenter ou diminuer l'intensité de la circulation dans l'encéphale, comme d'ailleurs dans tout autre organe. M. Onimus a fait une autre observation non moins intéressante. Beaucoup de personnes savent que le célèbre physiologiste Helmholtz a introduit en médecine l'usage d'un appareil simple et commode nommé *ophthalmoscope*, au moyen duquel on voit très-distinctement le fond de l'œil, c'est-à-dire le réseau que forment les fibres nerveuses et les vaisseaux délicats de la rétine. Or, en examinant ce réseau pendant qu'on électrise la tête, on constate nettement que les petits conduits sanguins se gonflent et deviennent plus cramoisis.

Examinons maintenant l'effet du courant électrique sur les fonctions de la motricité et de la sensibilité. Aldini, neveu de Galvani, entreprit les premières re-

cherches de ce genre sur l'homme. Convaincu que, pour étudier les effets de l'électricité sur les organes, il fallait saisir le cadavre humain dans un grand état de fraîcheur, il crut devoir, comme il le dit lui-même, se placer à côté d'un échafaud et sous la hache de la loi pour recevoir de la main du bourreau des corps ensanglantés, sujets seuls vraiment propres aux expériences. En janvier et février 1802, il profita de l'occasion de deux criminels décapités à Bologne, que le gouvernement s'empressa d'accorder à sa curiosité scientifique. Soumis à l'action de l'électricité, ces cadavres donnèrent un spectacle si étrange que plusieurs des assistants en furent épouvantés. Les muscles du visage se contractèrent en produisant d'horribles grimaces. Tous les membres furent pris de mouvements violents. Les corps semblaient éprouver un commencement de résurrection et vouloir se lever. Plusieurs heures après la décollation, les ressorts de l'économie avaient encore le pouvoir de répondre à l'excitation électrique. Ure a fait à Glasgow des expériences non moins célèbres sur le cadavre d'un supplicié qui était resté suspendu au gibet pendant près d'une heure. L'un des pôles d'une pile de 270 couples ayant été mis en communication avec la moelle épinière au-dessous de la nuque et l'autre pôle avec le talon, la jambe, préalablement repliée sur elle-même, fut lancée avec violence, et faillit renverser un des assistants qui la maintenait avec effort. L'un des pôles ayant été placé sur la septième côte et l'autre sur un des nerfs du cou, la poitrine se souleva et s'abaissa, et l'abdomen éprouva un mouvement semblable, comme il arrive dans la respiration. Un nerf du sourcil ayant été tou-

ché en même temps que le talon, les muscles de la face se contractèrent; « la rage, l'horreur, le désespoir, l'angoisse et d'affreux sourires unirent leur hideuse expression sur la face de l'assassin. A ce spectacle, plusieurs personnes furent forcées de quitter l'appartement, et un *gentleman* s'évanouit. » Enfin on provoqua des mouvements convulsifs des bras et des doigts tels que le mort semblait désigner différents spectateurs.

Les recherches plus récentes ont précisé les conditions de cette influence de l'électricité sur les muscles. Les courants continus, appliqués directement sur ces organes, déterminent des contractions au moment de l'ouverture et à l'instant de la fermeture; mais la secousse produite par la fermeture est toujours la plus forte. Tant que le courant continu passe, le muscle persiste dans une demi-contraction au sujet de laquelle les physiologistes ne sont pas d'accord. Sous l'influence d'excitations très-fréquemment répétées et prolongées pendant un certain temps, les muscles entrent dans un état de contracture avec raccourcissement, analogue à celle qui caractérise le tétanos. Dans cet état, ainsi que l'ont démontré M. Helmholtz et M. Marey, le muscle éprouve un grand nombre de très-petites secousses. La contracture est le résultat de la fusion de ces vibrations élémentaires qu'on ne distingue pas à l'œil, mais que certains artifices permettent de reconnaître et même de mesurer. Les courants d'induction provoquent des contractions plus énergiques, mais d'une énergie qui ne dure pas et fait place, si l'électrisation se prolonge, à la rigidité cadavérique. La contraction musculaire déterminée en pareil cas est

accompagnée d'une élévation locale de température proportionnelle à la force et à la durée de l'action électrique. Cet échauffement atteint son maximum, qui peut être de 4 degrés dans certains cas, pendant les quatre ou cinq minutes qui suivent le moment où l'on a cessé d'électriser; il est dû à la contraction musculaire elle-même, qui donne toujours lieu à un dégagement de chaleur.

L'action sur les nerfs est fort compliquée. Elle se traduit par des mouvements et des sensations d'intensité très-variable. MM. Onimus et Legros en résument ainsi les lois fondamentales : lorsqu'on opère sur les nerfs moteurs, on voit que le courant direct ou descendant agit avec plus d'énergie que l'autre; c'est l'inverse pour les nerfs sensitifs. L'excitabilité des nerfs mixtes est diminuée par le courant direct et accrue par le courant inverse. Voilà pour les courants de la pile. Les courants d'induction se comportent d'une façon différente. Tandis que la sensation provoquée par les premiers est presque insignifiante, les seconds, outre la contraction permanente du muscle, produisent une douleur qui persiste tant que le nerf conserve son excitabilité. — La moelle épinière est une des parties les plus actives de l'économie. Sous forme d'un gros cordon blanchâtre, logé dans l'intérieur de la colonne vertébrale, elle constitue un véritable prolongement du cerveau, qu'elle supplée dans beaucoup de circonstances. Dépositaire inconsciente d'une partie de la force qui anime les membres, elle leur peut transmettre, par les nerfs qu'elle leur envoie, l'ordre et le moyen de se mouvoir, sans que l'encéphale en soit averti. C'est ce qui arrive dans les mouvements qu'on

appelle *réflexes*, et qui se produisent, sur des animaux décapités, par une simple excitation, directe ou indirecte, de la moelle épinière. Voici quelques expériences qui montrent l'action de l'électricité sur les phénomènes dont la moelle est le siége. Si l'on plonge une grenouille dans de l'eau tiède, possédant une température de 40 degrés, elle perd la respiration, le sentiment, le mouvement, et ne tarderait pas à mourir, si on l'y maintenait longtemps. Retirée de l'eau à temps et soumise ainsi à l'influence du courant, elle se contracte énergiquement lorsqu'on électrise sa colonne vertébrale avec un courant ascendant; il n'y a pas de mouvement lorsqu'on emploie le courant descendant. D'autre part, si l'on applique ce dernier à un animal décapité, sur lequel on provoque des mouvements réflexes par une excitation de la moelle, on constate qu'il tend à les paralyser. En général — c'est une loi découverte par MM. Onimus et Legros, — le courant de la pile, appliqué sur la moelle, accroît, s'il est ascendant, l'excitabilité de cet organe et par suite sa faculté de déterminer des phénomènes réflexes; il agit d'une façon contraire s'il est descendant.

Lorsqu'on électrise directement le cerveau des animaux, il survient des modifications circulatoires dont nous avons déjà parlé, mais on n'observe pas de phénomènes spéciaux. L'animal ne manifeste aucune douleur, aucun mouvement; il éprouve une tendance au sommeil, une sorte de stupeur et de calme. Certains médecins ont été jusqu'à proposer l'électrisation du cerveau comme moyen de développer et de perfectionner les facultés intellectuelles. Rien n'autorise à croire jusqu'ici qu'une telle pratique puisse avoir la

moindre influence favorable sur les fonctions de la pensée. Ce qui est certain, au contraire, c'est que l'agent électrique ne doit être appliqué qu'avec une extrême prudence aux régions encéphaliques, et qu'il y porte très-facilement le désordre. Un courant fort peut très-bien y amener la rupture des vaisseaux, et par suite une hémorrhagie grave.

Enfin l'électricité stimule tous les organes des sens. Appliquée sur la rétine, elle l'excite et détermine des sensations lumineuses, des éblouissements. Lorsqu'elle traverse l'appareil de l'audition, elle y provoque un bourdonnement particulier. Mise en contact avec la langue, elle fait éprouver une sensation métallique et styptique assez caractéristique. Enfin elle développe dans la muqueuse olfactive une envie d'éternuer, et quelquefois une odeur ammoniacale.

Les courants n'agissent pas seulement sur les nerfs cérébro-spinaux et les muscles de la vie de relation, ils affectent aussi le système nerveux et le système musculaire qui servent aux fonctions de la vie nutritive. L'électricité d'induction, appliquée aux muscles de la vie nutritive, les fait contracter au point du contact des pôles, mais la partie située entre les pôles reste immobile. Les courants continus produisent, au moment de la fermeture du circuit, une contraction locale au niveau des pôles, puis l'organe entre en repos; s'il est en activité, il cesse de se mouvoir. Dans le cas de l'intestin par exemple, les mouvements péristaltiques sont abolis; chez un animal en parturition, on peut suspendre, au moyen de l'électricité, les contractions utérines. En général, cet agent supprime les spasmes de tous les muscles qui ne sont pas soumis à la volonté.

Tous ces faits relatifs à l'action de l'électricité sur les muscles et les nerfs ont donné lieu, surtout en Allemagne, à de laborieuses spéculations auxquelles se rattachent les noms de MM. Dubois-Reymond, Pflüger et Remak. Les doctrines de ces savants physiologistes sur l'état moléculaire des nerfs dans leurs différents modes d'électrisation sont encore aujourd'hui controversées. Elles ne s'appuient, du reste, il faut bien le dire, sur aucune certitude expérimentale et peut-être vaut-il mieux recourir, pour l'explication générale de ces difficultés, aux idées développées par Matteucci. Cet illustre expérimentateur opposait aux théories allemandes sur les vertus électrotoniques des nerfs les phénomènes évidents de l'électrolyse, c'est-à-dire les décompositions chimiques opérées par les courants. Il pensait que les modifications dans l'excitabilité nerveuse, déterminées par le passage de l'électricité, tiennent aux acides et aux alcalis provenant du dédoublement des sels contenus dans les tissus animaux. On peut ajouter à ce premier ordre de phénomènes les courants électro-capillaires découverts récemment par M. Becquerel. C'est là qu'il convient de chercher les causes profondes du mécanisme complexe et encore si obscur de ce conflit de l'électricité et de la vie.

Les effets de l'électricité sur les plantes ont été moins bien étudiés. Les expériences faites à ce sujet ne sont ni assez nombreuses ni assez rigoureuses. On sait que l'électricité détermine des contractions chez les différentes espèces de *mimosa* et surtout chez la sensitive, qu'elle ralentit le mouvement de la séve dans la cellule du *chara*, etc. M. Becquerel en a étu-

dié l'action sur la germination et le développement des végétaux. L'électricité décompose les sels contenus dans la graine, transporte les éléments acides au pôle positif, et les parties alcalines au pôle négatif. Or les premiers nuisent à la végétation, tandis que les dernières la favorisent. Tout récemment, le même expérimentateur a exécuté une série de recherches concernant l'influence de l'électricité sur les couleurs des végétaux. Il s'est servi des fortes décharges qu'on obtient avec les machines à frottement, et il a observé ainsi des changements de couleur assez remarquables, dus la plupart du temps à la rupture des cellules qui contiennent la matière colorante des pétales. Celle-ci, débarrassée de son enveloppe cellulaire, disparaît par un simple lavage à l'eau, et la fleur devient presque blanche. Dans les feuilles qui présentent deux faces de nuance différente, comme celle du *begonia discolor*, M. Becquerel a constaté une sorte de transport réciproque des couleurs d'une face à l'autre.

II

Les phénomènes physiologiques dont il vient d'être question sont généralement confondus dans les livres avec les faits d'électrothérapie. On a cru nécessaire ici de les en distinguer. La vraie méthode est d'expliquer d'abord les phénomènes qui s'accomplissent dans l'organisme sain; c'est le seul moyen de comprendre

ensuite ceux qui caractérisent les maladies. L'électrothérapie constitue un ensemble de procédés qui doivent être rangés parmi les plus efficaces de la médecine, à la condition qu'ils soient mis en œuvre par un praticien versé dans la théorie de son art. En effet, le savoir physiologique le plus éprouvé est indispensable au médecin pour tirer un parti avantageux du courant électrique. L'empirisme même le mieux avisé est ici condamné à une impuissance fatale — il n'est pas inutile de le rappeler à ceux qui imputent à la méthode elle-même les échecs où elle aboutit entre des mains inhabiles. Il est vrai que, depuis l'époque de Galvani et de Volta, les médecins ont appliqué l'électricité de la pile au traitement d'un grand nombre de maladies. Au commencement de ce siècle, la galvanothérapie fit beaucoup de bruit. On pensa tenir la panacée universelle. Des sociétés galvaniques, des journaux et des livres spéciaux entreprirent d'en répandre le bienfait. Cette vogue dura un certain temps, et allait peut-être faire place à l'indifférence, quand la découverte de l'électricité d'induction, due à Faraday (1832), vint rappeler l'attention des médecins sur les vertus du fluide électrique et provoquer une nouvelle et intéressante série d'expériences. Il est probable cependant que les deux systèmes électrothérapiques, une fois évanouies les incroyables illusions de la première heure, eussent fini par tomber en désuétude, s'ils n'étaient sortis des ornières de l'empirisme. L'empirisme, qui, avec son audace habituelle, avait su leur faire tout d'abord une si grande place, n'était pas en mesure de la leur conserver. C'est la physiologie expérimentale qui, en analysant avec préci-

sion le mécanisme des effets du fluide sur les ressorts organiques, donna aux applications thérapeutiques la sûreté, la certitude et la solidité qu'elles ont aujourd'hui. L'art aveugle a été, ici comme partout, l'origine des recherches scientifiques, et celles-ci à leur tour éclairent l'art et le perfectionnent constamment.

Chose singulière, la fortune des courants d'induction a été beaucoup plus heureuse que celle des courants de la pile. Ces derniers, dont l'emploi avait inauguré l'électrothérapie, n'ont pris une véritable importance en physiologie et en médecine que dans ces dernières années et alors que le crédit des courants d'induction était déjà solide, grâce surtout aux efforts de M. Duchenne (de Boulogne). C'est un physiologiste et anatomiste allemand, Remak, mort il y a six ans, qui le premier a insisté sur les remarquables vertus thérapeutiques du courant voltaïque. Remak, après avoir consacré vingt années à l'étude des questions les plus difficiles de l'embryogénie et de l'histologie, avait entrepris, dès 1854, de rechercher et d'établir méthodiquement l'action des courants constants sur l'économie. Il était arrivé bientôt à manier l'agent électrique avec une dextérité remarquable, à discerner avec une clairvoyante promptitude les points où il convenait dans chaque maladie d'appliquer les pôles de la pile. Ceux qui, comme nous, ont été, en 1864, témoins de ses expériences à la Charité en ont conservé le souvenir le plus net. Les méthodes de M. Duchenne étaient à peu près les seules reçues et pratiquées en France avant que Remak fût venu démontrer aux médecins de Paris l'efficacité de l'électrisation par les courants

constants dans les cas où la *faradisation* restait impuissante. L'enseignement du praticien de Berlin porta ses fruits. Un habile médecin physiologiste, Hiffelsheim, commençait à répandre à Paris l'emploi du courant constant comme moyen thérapeutique quand la mort l'enleva en 1866 dans la fleur de l'âge. Un autre médecin fort distingué, qui a pu profiter des leçons de Remak, M. Onimus, a repris les travaux interrompus d'Hiffelsheim, et s'occupe aujourd'hui de constituer l'ensemble des procédés électrothérapiques en les subordonnant à une connaissance rigoureuse des lois électro-physiologiques [1]. On va voir, par quelques exemples choisis dans la masse des faits publiés à ce sujet, jusqu'où s'étend actuellement l'efficacité de ces procédés.

L'expérience a établi que dans certaines conditions le courant électrique resserre les vaisseaux, et par suite ralentit l'afflux du sang dans les organes. Or un grand nombre de maladies sont caractérisées par un trop rapide afflux sanguin, par ce qu'on appelle des congestions. Certaines formes de délire et d'excitation cérébrale, ainsi que beaucoup d'hallucinations des divers sens sont dans ce cas, et guérissent parfaitement par l'application du courant électrique sur la tête. Nul organe ne possède un système vasculaire aussi complexe et aussi délicat que le cerveau, et nul organe n'est aussi sensible à l'action des causes qui modifient la circulation. C'est pour cela que les affections qui ont

[1] Dans le concours extraordinaire ouvert en 1869 par l'Académie des sciences pour l'application de l'électricité à la thérapeutique, le premier prix a été donné à MM. Onimus et Legros, et le deuxième à deux physiologistes russes, MM. Cyon.

leur siége dans l'encéphale sont particulièrement faciles à traiter par l'électricité. Cette dernière, bien appliquée, est souveraine contre les crises cérébrales, les conceptions délirantes, les migraines, les insomnies, etc. Les premiers médecins qui se servirent du courant avaient parfaitement saisi cette heureuse influence du fluide galvanique sur les troubles du cerveau; ils avaient même songé à en tirer parti pour le traitement de la folie. Les recherches n'ont pas été continuées dans cette direction, mais les faits publiés par Hiffelsheim autorisent à croire qu'elles ne seraient pas infructueuses. Ces faits témoignent combien les courants électriques, mais les courants continus seuls, pourront un jour rendre de services dans les affections cérébrales. C'est un point sur lequel il est important d'appeler l'attention des médecins aliénistes. Jusqu'ici on n'a vu dans l'électricité qu'un excitant énergique. Ce qui est vrai pour les courants interrompus ne l'est pas pour le courant de la pile. Loin d'être toujours un excitant, ce dernier, comme le soutenait Hiffelsheim, peut devenir, dans certaines conditions, un sédatif, un calmant. Cette influence sur la circulation, jointe au pouvoir électrolytique du courant de la pile, permet d'y avoir recours pour le traitement d'engorgements de diverses natures. On guérit par ce moyen les engorgements des ganglions lymphatiques, des glandes parotidiennes, etc. Le courant agit ici à la fois sur la contractilité des vaisseaux et sur la composition des humeurs.

C'est surtout dans les cas de paralysie que l'électricité montre toute sa puissance curative. Les paralysies surviennent chaque fois que les nerfs moteurs sont

séparés des centres nerveux par une cause traumatique ou par une modification de texture qui leur fait perdre leur excitabilité. Lorsque le nerf est détruit, la paralysie est incurable; mais lorsqu'il n'est que malade, on peut, dans la plupart des cas, rétablir ses fonctions par le traitement électrique. Comme alors il y a toujours une certaine atrophie musculaire, on dirige l'électricité en même temps sur les nerfs et sur les muscles, et on emploie concurremment le courant de la pile et le courant d'induction. Le premier modifie la nutrition générale et rétablit l'excitabilité nerveuse, le second stimule la contractilité des fibres musculaires. La différence d'action des deux espèces de courants est manifeste dans certaines paralysies où les muscles ne se contractent plus par les courants induits, tandis que sous l'influence des courants constants ils se contractent mieux que des muscles sains. Les expériences faites, il y a quelques années, au laboratoire de M. Robin sur des cadavres de suppliciés ont prouvé qu'après la mort la contractilité musculaire peut encore être excitée par les courants de Volta, alors qu'elle ne répond plus au courant de Faraday.

Quand les nerfs moteurs se trouvent dans un état d'excitation morbide, ils déterminent des contractions des muscles qui sont permanentes (spasmes toniques) ou intermittentes (spasmes cloniques). Les différents nerfs moteurs qui sont le plus souvent excités sont le nerf facial, les filets nerveux de l'avant-bras ou des doigts, qui sont affectés dans la crampe des écrivains [1],

[1] La *crampe des écrivains* consiste dans une sorte de spasme de

et les filets du nerf spinal, dont l'irritation détermine le tic de la tête, le torticolis chronique, etc. Or l'électricité fait disparaître ou du moins améliore notablement ces divers états morbides; elle exerce la même action sur les névralgies et les névrites, toutes les fois que ces affections ne sont point les symptômes d'autres maladi plus profondes. Les courants rétablissent l'activité normale de la nutrition dans les nerfs malades et dans les muscles correspondants; ils agissent aussi de la façon la plus heureuse sur les rhumatismes en modifiant la circulation locale, en calmant la douleur et excitant les phénomènes réflexes qui sont suivis de contractions musculaires. Erb, Remak, Hiffelsheim et M. Onimus ont mis hors de doute cette action salutaire sur les gonflements articulaires, soit dans les cas aigus, soit dans les cas chroniques.

Les découvertes relatives à l'influence de l'électricité sur la moelle épinière ont été mises à profit dans le traitement des maladies qui dépendent d'une surexcitation de l'activité de cet organe, telles que la chorée, la danse de Saint-Guy, l'hystérie et d'autres névroses convulsives qui présentent une physionomie plus ou moins analogue. Voici deux cas de ce genre publiés par le docteur Onimus, et qui donneront une idée de la manière dont on applique ici le courant. Un enfant de douze ans était atteint d'une affreuse maladie. Toutes les cinq ou dix minutes, il perdait connaissance, se roulait par terre, les yeux déviés vers la partie supé-

muscles des doigts, qui les empêche de se contracter régulièrement pour tenir et diriger une plume ou pour appuyer sur les touches d'un piano, tandis que les muscles de la main et de l'avant-bras conservent toute leur force normale.

rieure, puis se roidissait tellement qu'on ne parvenait à plier aucun de ses membres. L'accès terminé, il revenait à lui, mais la moindre impression un peu vive suffisait à l'accabler de nouveau. On lui appliqua d'abord sur la moelle les courants ascendants. Aussitôt l'enfant fut pris d'une crise violente. Les courants descendants furent employés ensuite pendant quinze jours consécutifs, au bout desquels le petit malade recouvra la santé. — Une jeune fille de dix-sept ans, hystérique, offrait des symptômes très-bizarres du côté du larynx, du voile du palais et des muscles de la face, entre autres une sorte d'aboiement suivi d'un reniflement intense et d'horribles grimaces. Or, en plaçant le pôle positif dans la bouche de la malade contre la voûte palatine et le pôle négatif sur la nuque, on parvint à supprimer tous ces phénomènes morbides. En disposant les pôles dans un ordre inverse, on les aggravait au contraire. Après seize séances de traitement électrique, cette jeune fille fut presque complétement guérie, et il ne lui resta qu'un tic musculaire insignifiant en comparaison des désordres primitifs. Enfin plusieurs cas de tétanos ont été combattus avec succès par des moyens analogues. Cette terrible maladie, la plus redoutable des complications chirurgicales, est due à une inflammation aiguë de la moelle épinière. Il en résulte une altération des nerfs moteurs telle que tous les muscles du corps éprouvent une contracture générale, une roideur douloureuse qui gagne peu à peu les organes les plus essentiels à la vie. Quand les muscles de la poitrine et du cœur arrivent à être saisis de cette manière, la mort a lieu par asphyxie. Or le courant continu tend à rétablir ici l'état normal

des nerfs moteurs. Deux autres maladies chroniques de la moelle, dont la première surtout est bien grave, l'atrophie musculaire progressive, et l'ataxie locomotrice, cèdent souvent à l'emploi rationnel de l'électricité ou du moins sont enrayées dans leur progrès, dont l'issue naturelle est la mort. Il est intéressant de noter que ces deux maladies ont été découvertes et caractérisées par M. Duchenne (de Boulogne) dans le cours de ses recherches électrothérapiques. L'électricité lui a servi en ce cas de moyen de diagnostic, comme elle sert de moyen d'étude pour la physiologie, où elle représente en quelque sorte un réactif capable de déceler des différences fonctionnelles qu'aucun autre procédé n'eût révélées. Elle seule, d'après la manière dont elle affecte un nerf ou un muscle, permet, dans certaines circonstances, de décider de la nature et même du degré de l'altération des ressorts de ce nerf ou de ce muscle.

Aldini disait que le galvanisme offre un moyen puissant pour remettre en action la vitalité suspendue par une cause quelconque. Plusieurs médecins, au commencement de ce siècle, firent revivre ainsi des chiens plongés pendant un certain temps au fond de l'eau et qu'on en avait retirés avec toute l'apparence de la mort. Hallé et Sue proposèrent à cette époque de mettre des appareils galvaniques dans les différents quartiers de Paris, surtout au voisinage de la Seine. Cette mesure si sage et si utile n'a pas encore reçu d'exécution, bien que toutes les expériences exécutées depuis lors aient démontré de plus en plus l'efficacité de l'électricité contre l'asphyxie et la syncope produites soit par l'eau, soit par les gaz délétères. Le cou-

rant de la pile rétablit aussi les mouvements respiratoires dans les cas d'empoisonnement par l'éther et le chloroforme, et à un instant où tout espoir de résurrection semble perdu. Les chirurgiens qui connaissent cette propriété se la rappellent lorsque la chloroformisation leur paraît périlleuse pour le malade qui y est soumis.

L'électricité se transforme en chaleur très-facilement. Quand on fait passer un courant intense dans un fil métallique très-court, celui-ci s'échauffe, rougit, et, dans certains cas, se réduit en vapeur. Cette propriété a été mise à profit par les chirurgiens pour l'ablation de diverses excroissances morbides. Ils introduisent une lame métallique à la base des tumeurs ou des polypes qu'ils veulent enlever, et, quand cette sorte de couteau électrique est devenue incandescente sous l'influence du courant de la pile, ils lui impriment un mouvement tel que la partie malade est séparée par la cautérisation aussi nettement qu'avec un instrument tranchant. Ce procédé, qui évite l'effusion du sang et ne provoque qu'une douleur insignifiante, a donné de beaux résultats entre les mains de MM. Marshall, Middeldorpf, Sédillot, Bœckel, etc. Indépendamment de cette application, où c'est surtout la chaleur qui est utilisée, on a employé l'électricité pour détruire les tumeurs par une sorte de désorganisation chimique de leur tissu. MM. Crusell, Ciniselli et Nélaton ont fait à ce sujet des expériences décisives. Enfin MM. Pétrequin, Broca et d'autres ont proposé le même moyen pour coaguler le sang dans l'intérieur des sacs anévrysmaux. Si cette nouvelle chirurgie n'est pas encore aussi répandue qu'elle devrait l'être, c'est que

le maniement des appareils électriques exige beaucoup d'habitude et de dextérité, et que les chirurgiens trouvent plus commode l'usage classique du bistouri.

On voit par ce rapide historique que l'électrothérapie est salutaire dans un grand nombre de maladies. Soit qu'on l'emploie pour modifier l'état de la nutrition, pour accélérer ou pour ralentir la circulation dans les petits vaisseaux, soit qu'on y ait recours pour calmer ou pour stimuler les nerfs, pour détendre ou pour mettre en mouvement les muscles, pour brûler ou détacher les tumeurs, l'électricité, pourvu qu'on ne la manie pas à contre-sens, est destinée à rendre de notables services à l'art de guérir. Le domaine de la *thermothérapie* est moins considérable; il a cependant une certaine étendue. L'exploration de celui qui est réservé à l'usage médicinal de la lumière, à la *photothérapie* (s'il est permis d'employer ces néologismes), commence à peine. Il en faut dire autant de l'emploi de la pesanteur, qu'on pourrait appeler *barothérapie* [1]. En tout cas, il se constitue présentement, et l'avenir verra se développer de plus en plus, à côté de la thérapeutique des corps, une thérapeutique des forces, — à côté de la médecine des drogues, la médecine des énergies. Il est impossible de dire dès aujourd'hui laquelle des deux prévaudra définitivement; on peut supposer que toutes deux sont appelées à rendre des services également précieux à l'art.

Les premiers savants qui étudièrent l'action de

[1] M. Paul Bert a communiqué à l'Académie des sciences, pendant les années 1872 et 1873, les résultats de longues expériences qu'il a instituées concernant l'influence que les changements de pression exercent sur les phénomènes de la vie.

l'électricité galvanique sur les animaux morts, et qui les virent recouvrer le mouvement et même une apparente sensibilité, crurent avoir trouvé le secret de la vie; ils assimilèrent à la force animatrice cette autre force qui semble réchauffer les organes déjà glacés et en rétablir le ressort brisé. Il n'est pas besoin de méditer longtemps sur l'ensemble des faits exposés dans les pages précédentes pour comprendre combien l'illusion était grande. Non-seulement l'électricité n'est pas la vie tout entière, mais il n'est même pas permis de la considérer comme un des éléments de la vie, par exemple de l'assimiler à la force nerveuse. Les expériences de M. Helmholtz ont démontré en effet jusqu'à l'évidence qu'une telle assimilation est contraire à la réalité. Ce qui caractérise les forces de la vie et l'unité vitale, qui est l'expression déterminée de leur fonctionnement simultané dans un même organisme, c'est précisément l'organisation. Or l'électricité n'a aucun rapport causal avec l'organisation même. Celle-ci est l'ouvrage d'une activité supérieure. Elle s'approprie toutes les énergies de la nature, mais elle les enchaîne, les coordonne et les place dans des conditions spéciales pour les faire servir aux desseins de la vie. Gravitation, chaleur, lumière, électricité, toutes ces énergies se conservent au sein des êtres vivants; seulement elles s'y dissimulent sous une nouvelle unité phénoménale, de même que l'oxygène, l'hydrogène, le carbone, l'azote et le phosphore, qui constituent une cellule nerveuse, y disparaissent dans une nouvelle unité substantielle sans cesser d'y exister comme éléments chimiques distincts. Les puissances de la nature inorganique sont aussi nécessaires à la vie que les

lignes et les couleurs le sont au peintre pour faire un tableau. Que serait le tableau sans l'industrie et sans l'âme du peintre? Le tableau est son œuvre à lui; les forces physico-chimiques sont les lignes et les couleurs de cette composition homogène et harmonieuse qui est la vie. Elles n'y auraient aucune signification, aucune efficacité, si elles n'y subissaient, par l'opération d'un mystérieux artiste, une métamorphose qui, les élevant à une dignité qu'elles n'avaient point auparavant, leur donne place au suprême concert. C'est ainsi que dans l'infinie solidarité des choses, il y a, comme le pensait Leibniz, un mouvement continu de l'inférieur vers le supérieur, un acheminement constant vers le bien, une incessante aspiration vers une existence plus complète et plus consciente, un perfectionnement éternel.

LES ODEURS ET LA VIE [1]

Descartes, Leibniz et tous les grands esprits du XVII[e] siècle pensaient que les phénomènes sont tellement solidaires qu'il faut les expliquer les uns par les autres, et, en conséquence, que les sciences doivent être tenues fort rapprochées les unes des autres. C'était à leurs yeux la condition d'un progrès rapide et d'un lumineux développement. L'empirisme, qui a élevé avec une opiniâtreté systématique tant de barrières entre les diverses parties de la philosophie naturelle, a retardé beaucoup la constitution des connaissances qui résultent d'une réciproque pénétration de toutes les vérités. Aujourd'hui, par l'effet d'une tendance spontanée, ces barrières tombent, et la science de l'homme, dans ses rapports avec les milieux extérieurs, commence à apparaître dans son harmonieux dessin. Nous en avons tracé précédemment plusieurs chapitres. Nous allons essayer, à propos des odeurs, d'en écrire un nouveau.

[1] *Moniteur scientifique*, avril 1872.

I

Le siége de l'odorat ou de l'olfaction est la membrane pituitaire qui recouvre la paroi intérieure des narines. C'est une surface muqueuse, irrégulièrement plissée et où viennent s'épanouir, en terminaisons délicates, un certain nombre de nerfs. Cette membrane sécrète constamment, comme toutes les autres muqueuses, un liquide destiné à la lubrifier. Grâce aux muscles qui recouvrent la partie inférieure des narines, l'appareil olfactif peut être dilaté ou contracté exactement comme celui de la vision. Cela posé, le mécanisme de l'odorat est très-simple. Il consiste dans le contact des particules odorantes et du nerf olfactif. Ces particules sont apportées par l'air à l'intérieur des fosses nasales et y rencontrent les fibres sensibles. Si l'arrivée de l'air est interrompue ou si le nerf est altéré, la sensation ne se produit pas. Les expériences de la physiologie ont établi en effet que les nerfs olfactifs (ou de la *première paire*) sont exclusivement dévolus à la perception des odeurs. La perte de l'odorat survient toutes les fois qu'on détruit ou qu'on blesse ces nerfs par un procédé quelconque, ou même lorsqu'on se borne à les comprimer. D'autre part, il est d'observation vulgaire qu'en mettant obstacle au passage de l'air dans les narines, on rend également impossible toute espèce de sensation olfactive. Ajoutons

que la partie la plus sensible aux odeurs est celle qui se trouve dans la région supérieure des fosses nasales. Il y a, comme nous le verrons plus loin, des différences considérables touchant le degré de sensibilité de l'odorat, quand on passe d'un homme à un autre. Mais ce qui est plus singulier, c'est que quelquefois, sans cause apparente, l'odorat fait complètement défaut. Dans d'autres cas il est insensible à l'action de certaines odeurs seulement, infirmité analogue à celle que les ophthalmologistes appellent *daltonisme*, et qui consiste à ne percevoir que certaines couleurs. On trouve dans les annales de la science le cas d'un prêtre qui ne sentait que le fumier et les choux pourris; celui d'une personne pour qui la vanille était complétement inodore. Blumembach parle aussi d'un Anglais qui avait tous les sens excellents, mais ne sentait point le réséda.

L'olfaction est tantôt volontaire, tantôt involontaire. Dans le premier mode, qui a reçu le nom de *flairer*, et qu'on emploie pour obtenir une sensation plus vive, on ferme d'abord la bouche et on exécute tantôt une large inspiration, tantôt une série d'inspirations brèves et saccadées. C'est alors qu'intervient l'appareil musculaire qui borde l'orifice des narines, pour resserrer cet orifice et le diriger en bas, de façon à augmenter l'intensité du courant d'air aspiré. Quand, au contraire nous voulons *sentir* le moins possible, l'organe devient passif. Nous produisons par le nez de fortes expirations pour chasser l'air odorant, et l'inspiration, au lieu de se faire par les narines, a lieu instinctivement par la bouche.

L'odorat et les odeurs interviennent pour une part

importante dans le phénomène de la gustation, c'est-à-dire qu'il y a une étroite liaison entre la perception des odeurs et celle des saveurs. L'analyse physiologique a mis en évidence ce fait que la plupart des saveurs que nous percevons proviennent de la combinaison des sensations olfactives avec un petit nombre de sensations gustatives. En réalité, il n'y a que quatre saveurs primitives et radicales : l'*acide*, le *doux*, le *salé* et l'*amer*. On s'en assure par une expérience bien simple. Si l'on se bouche les narines en goûtant un certain nombre de substances sapides, afin d'abolir ainsi la sensation olfactive, le goût perçu est réduit invariablement à l'une des quatre saveurs simples que nous venons de citer. Aussi, toutes les fois que la membrane pituitaire est malade, la saveur des aliments n'est plus la même; la langue ne perçoit plus que l'acide, le doux, le salé et l'amer.

Il s'agit maintenant d'entrer dans l'étude des conditions physiologiques et chimiques de l'odorat, et pour cela il est nécessaire d'examiner d'abord comment se comportent les substances odorantes vis-à-vis du milieu qui les sépare de nos organes. Prévost le premier, dans un mémoire publié en 1799, sur les moyens de rendre sensibles à la vue les émanations des corps odorants, fit voir que certaines substances odorantes, concrètes ou fluides, mises sur une glace mouillée ou sur une soucoupe pleine d'eau, agissent immédiatement sur les molécules du liquide qu'elles touchent et les écartent plus ou moins en produisant un vide. Il pensa que ce moyen pourrait servir à rendre les odeurs sensibles à la vue et permettre de distinguer les corps odorants de ceux qui ne le sont pas. Ces mouvements

des corps odorants à la surface des liquides, dont le camphre en particulier fournit un si curieux exemple, ont été étudiés dernièrement avec le plus grand soin par un physiologiste français, en vue de l'établissement d'une théorie des odeurs. M. Liégeois a examiné, dans ce dessein, la plupart des corps odorants, et il a constaté qu'ils exécutent presque tous à la surface de l'eau divers mouvements de giration et de translation analogues à ceux du camphre. Les uns se comportent exactement comme le camphre. De ce nombre sont l'acide benzoïque, l'acide succinique, l'écorce d'oranges amères, etc. Chez d'autres le mouvement s'arrête très-vite, car ils sont rapidement entourés d'une couche huileuse où ils sont comme emprisonnés. Il en est qu'il faut réduire en poussière pour donner lieu au phénomène. Pour ce qui est des liquides odorants, M. Liégeois a eu l'idée d'en imprégner des semences très-légères et spongieuses, dénuées d'odeur, et il a constaté alors, en projetant ces semences sur de l'eau, que les faits de giration et de translation se produisaient comme avec les autres substances. M. Liégeois, d'un ensemble d'expériences méthodiquement suivis, conclut que les mouvements dont il s'agit ici doivent être attribués, non pas à un dégagement gazeux agissant par un effet analogue à celui du *recul*, mais simplement à la séparation et à la diffusion rapide des particules odorantes au sein de l'eau. La volatilité des corps ne doit pas intervenir dans l'explication du phénomène. Celui-ci dépend exclusivement de l'affinité des fluides pour les particules odorantes et aussi pour celles de matière grasse. M. Liégeois a reconnu par exemple qu'une goutte d'huile, mise à la

surface de l'eau, laisse échapper, sans diminuer sensiblement de volume, une énorme quantité de gouttelettes microscopiques qui se répandent dans la masse aqueuse. Les essences aromatiques donnent le même résultat. Quoique insolubles dans l'eau, elles ont une tendance énergique à s'y disperser, et il suffit que l'eau reçoive, sous forme de poussière extrêmement délicate, une très-petite quantité de leur principe odorant pour en acquérir tout le parfum. Les expériences de M. Liégeois témoignent d'une assiduité laborieuse et d'une louable sagacité. La science les a reçues avec satisfaction et, après en avoir tiré bénéfice, gardera le souvenir de l'auteur, enlevé dans la fleur de l'âge, à l'aurore d'une belle carrière de physiologiste et de chirurgien.

Il nous semblait, dit M. Liégeois lui-même, assister, dans ces expériences, à la formation des molécules odorantes. Ces fines parcelles répandues dans l'atmosphère et issues des corps odorants, que nous pouvons recueillir à la surface de l'eau, sont en effet les mêmes qui viennent frapper notre membrane pituitaire et nous donner la sensation des odeurs. Des faits, connus depuis longtemps, montrent d'ailleurs cette action en quelque sorte *révélatrice* de l'eau sur les odeurs. Le matin, quand la campagne est humide, quand les fleurs sont recouvertes des perles scintillantes de la rosée, il s'exhale de toutes les plantes un parfum plus suave et plus frais. Quand il a plu légèrement, c'est la même chose. Les végétaux, en même temps que leurs couleurs se relèvent, répandent des émanations plus embaumées. Dans le phénomène physiologique de la gustation, nous observons une influence du même genre

La salive se prête très-bien à la diffusion des principes odorants; ensuite, les mouvements de la langue, qui étendent ce liquide sur toute la surface de la cavité buccale et augmentent ainsi la surface d'évaporation, sont évidemment de nature à favoriser la dispersion des principes odorants dont le rôle est, comme nous l'avons vu, considérable dans la perception des odeurs.

Or, dans le phénomène de l'olfaction, l'air agit à l'instar de l'eau. Il s'empare des molécules odorantes et les apporte au contact de notre membrane pituitaire. Il est le véhicule, le dissolvant des parcelles extrêmement ténues qui, en présence des fibres délicates du nerf, y provoquent un mouvement particulier se traduisant par les sensations les plus variées. L'oxygène et l'existence d'une proportion quelconque de molécules odorantes dans ce gaz sont les deux conditions expresses du phénomène.

Tel est, du moins, le résultat des anciennes expériences et de celles qu'a exécutées dans ces dernières années M. Nicklès. Ce qui est curieux et digne d'attention, c'est la diffusibilité considérable et le degré de division que manifestent certains corps odorants. L'ambre gris fraîchement rejeté sur le rivage répand au loin un parfum qui est le guide de ceux qui recherchent cette précieuse substance. Les sources d'huile de pétrole se sentent à une distance très-considérable. Bartholin assure que l'odeur du romarin fait reconnaître en mer les terres d'Espagne bien longtemps avant qu'on ne les aperçoive. Tout le monde sait, d'autre part, qu'un seul grain de musc parfume un appartement pendant toute une année sans perdre

sensiblement de son poids. Haller raconte qu'il a conservé pendant quarante ans des papiers qu'un seul grain d'ambre avait parfumés, et qu'au bout de ce temps ils avaient encore leur odeur. Il remarque que chaque pouce de leur surface a été imprégné par $\frac{1}{2\,691\,064\,000}$ de grain d'ambre, et qu'ils ont embaumé pendant 11 600 jours une couche d'air d'au moins pied d'épaisseur. Evidemment, il est impossible d'imaginer combien petite était la quantité matérielle de principe odorant contenue dans un volume déterminé de cet air. On conçoit sans peine que les physiciens invoquent de pareils exemples pour donner une idée de la divisibilité de la matière.

En effet, il s'agit ici de *matière émise* par les corps odorants. Cela montre qu'ils n'agissent point comme des centres d'ébranlement, déterminant des vibrations qui se propagent jusqu'à nos organes pour y exercer une influence purement dynamique. Cette émission de matière odorante avec le concours nécessaire de l'oxygène atmosphérique prouve aussi que les odeurs ne sont nullement comparables à la lumière ou à la chaleur, qu'il est permis de considérer d'une manière abstraite, dans l'espace immatériel et éthéré où elles se meuvent, comme des énergies propres et agissant de loin. Les odeurs, pour être senties, doivent être reçues par l'oxygène et transmises par lui à l'organe de l'odorat. En un mot, l'odeur, c'est la molécule odorante même, tandis que la lumière n'est pas le corps lumineux.

L'oxygène exerce-t-il une influence chimique sur ses particules qu'il prend aux corps odorants? On

l'ignore. On ne sait pas davantage de quelle nature est l'action qui a lieu au contact même de l'odeur et du nerf olfactif, si le phénomène est un pur ébranlement mécanique, ou s'il se passe là quelque décomposition chimique. En tous les cas, il est permis de conclure des faits observés que l'odorat et le goût sont deux sens éminemment distincts des autres, tant sous le rapport de la chose sentie que sous celui des notions que l'esprit retire de la sensation elle-même. La vue, le toucher et l'ouïe, *sens* en quelque sorte *physiques*, nous donnent l'idée des harmonies extérieures, des formes et des mouvements. Ils nous initient à la conception du beau et sont les vrais collaborateurs de l'intelligence. Le goût et l'odorat sont plutôt des *sens chimiques*, comme les appelle M. Nicklès. Ils ne s'exercent qu'au contact et ne réveillent en nous que des sensations dont la vie de l'esprit ne profite point. Tandis que les premiers sont le ressort des plus hautes fonctions, les autres ne servent qu'à l'accomplissemen des actes nutritifs.

L'auteur érudit et compétent d'un livre sur les odeurs, publié dans ces dernières années[1], a cru pouvoir cependant établir une sorte d'esthétique des odeurs, plus ou moins analogue à celle des sons. Il a recherché les harmonies olfactives, espérant y trouver les éléments d'une espèce de musique. « Les odeurs, dit-il semblent affecter le nerf olfactif à certains degrés déterminés, comme les sons agissent sur les nerfs auditifs. Il y a pour ainsi dire

[1] Piesse, *Des odeurs, des parfums et des cosmétiques;* traduit par M. Reveil, 1865.

une *octave* d'odeurs, comme une octave de notes; certains parfums se marient comme les sons d'un instrument. Ainsi, l'amande, l'héliotrope, la vanille, la clématite, s'allient très-bien, chacune d'elles produisant à peu près la même impression à un degré différent. D'autre part, nous avons le citron, le limon, l'écorce d'orange et la verveine, qui forment une octave d'odeurs plus élevée et qui s'associent pareillement. L'analogie se complète par ce que nous appelons demi-odeurs, telles que la rose avec le géranium rosat pour demi-ton; le petit grain, le néroli suivi de la fleur d'oranger... A l'aide de fleurs déjà connues, nous pouvons obtenir, en les mélangeant dans des proportions déterminées, le parfum de presque toutes les fleurs ». M. Piesse a construit d'après ces idées des gammes d'odeurs parallèles aux gammes musicales et où l'on voit les odeurs qui s'accordent en même temps que celles qui ne s'accordent pas. Ainsi qu'un peintre fond ses couleurs, le parfumeur doit fondre ses aromes, et il n'y peut parvenir, selon M. Piesse, qu'en suivant les lois de l'harmonie et du contraste des odeurs. Cette théorie est certainement fort ingénieuse et mérite attention, mais elle soulève de graves objections. S'il y a une harmonie des couleurs et des sons, c'est que l'optique et l'acoustique sont des sciences de calcul, c'est que l'harmonie est ramenée ici à des rapports numériques et déterminés d'une façon absolue. Ces rapports, en ce qui concerne les odeurs, ne peuvent avoir d'autre fondement qu'une sensibilité capricieuse et relative. Ils ne sont pas susceptibles dès lors d'être formulés, et, à plus forte raison, d'être traduits en préceptes sûrs.

Il reste, pour compléter ces détails, à dire quelque chose des hallucinations de l'odorat, car ce sens, comme les autres, a ses aberrations et ses chimères. Les hallucinations de l'odorat ne sont presque jamais isolées; elles accompagnent celles de l'ouïe, de la vue, du toucher, du goût, et sont d'ailleurs moins fréquentes. Les aliénés qui en sont atteints se plaignent d'être poursuivis par des émanations fétides, ou se félicitent de respirer les parfums les plus suaves. M. Lelut a cité le cas d'une folle de la Salpêtrière qui prétendait sentir constamment une odeur affreuse provenant de la putréfaction de prétendus cadavres enterrés dans les cours de cet établissement. Les impressions sont le plus souvent très-pénibles. M. Brierre de Boismont raconte l'histoire d'une dame dont tous les sens étaient pris de délire. Chaque fois qu'elle voyait passer une femme bien mise, elle sentait l'odeur du musc qui lui était insupportable. S'il s'agissait d'un homme, elle était douloureusement affectée de l'odeur du tabac, tout en reconnaissant que ces odeurs n'existaient que dans son imagination. Capellini rapporte qu'une dame qui ne pouvait, disait-elle, souffrir l'odeur de la rose, se trouva mal en recevant la visite d'une de ses amies qui en portait une, et cependant cette maudite fleur n'était qu'artificielle. Ces faits pourraient être multipliés; mais, comme ils se ressemblent tous, il n'est pas nécessaire d'en citer davantage. Les dernières observations faites dans les établissements d'aliénés entre autres, celles de M. Prévost à la Salpêtrière, ont montré, du reste, que les hallucinations et perversions de l'odorat sont plus fréquentes chez ces malades qu'on ne l'avait cru jusqu'ici, et que si,

d'habitude, elles passent inaperçues, cela tient à ce que rien n'en dénote spontanément l'existence.

L'intensité et la délicatesse de l'odorat varient dans l'espèce humaine d'un individu à l'autre, et surtout d'une race à l'autre. Tandis que certaines personnes sont à peu près privées du sens olfactif, d'autres, dont l'histoire est rapportée dans les annales de la science, ont fait preuve d'une finesse et d'une étendue vraiment extraordinaires quant à l'appréciation des odeurs. Woodwart parle, par exemple, d'une femme qui prédisait les orages plusieurs heures d'avance, d'après l'odeur sulfureuse (due à l'ozone probablement) qu'elle discernait dans l'atmosphère. Les journaux scientifiques du temps rapportent l'histoire d'une jeune Américaine qui, sourde-muette et aveugle, recueillait et reconnaissait les plantes de la campagne d'aprè leur seule odeur. — Des exemples nombreux établissent d'ailleurs que chez les races sauvages ce sens est infiniment plus développé que chez les hommes civilisés. Au dire des voyageurs, plusieurs espèces d'Indiens poursuivraient leurs ennemis et le gibier à la piste.

Mais ce sont d'autres mammifères qui nous montrent l'odorat à son plus haut degré de perfection et de puissance. C'est chez les ruminants, chez quelques pachydermes, et surtout chez les mammifères carnivores, que la membrane olfactive acquiert la plus grande sensibilité. Buffon a caractérisé ces animaux, avec une justesse profonde, en disant qu'ils sentent de plus loin qu'ils ne voient, et que l'odorat est pour eux un œil qui voit les objets, non-seulement où ils sont, mais même partout où ils ont été. Ce qui est

relatif à l'odorat du chien est trop connu pour que nous y insistions.

S'il est difficile d'accorder créance aux anciens historiens qui racontent que des vautours furent attirés d'Asie, dans les champs de Pharsale, par l'odeur des cadavres qui s'y trouvaient entassés après une bataille célèbre, il faut recevoir cependant les affirmations de naturalistes aussi bons observateurs qu'Alexandre de Humboldt, par exemple. Or ce dernier rapporte qu'au Pérou et dans d'autres provinces de l'Amérique du Sud, quand on veut prendre des condors, on tue une vache ou un cheval, et qu'en peu de temps l'odeur de l'animal mort attire un nombre considérable de ces oiseaux, bien qu'auparavant on n'en vît point dans le pays. D'autres faits plus extraordinaires sont rapportés par des voyageurs. En général, il ne faut les accepter qu'avec la plus grande réserve, parce que, dans la plupart des cas, on attribue à l'odorat ce qui devrait être rapporté à la vue, laquelle est chez les oiseaux très-longue et très-perçante. Tout en faisant la part de l'exagération, il convient de reconnaître cependant que ces animaux ont l'odorat très-développé: Scarpa, qui a fait de belles recherches à ce sujet, a vu qu'ils refusent les aliments imprégnés de matières odorantes, et, chose curieuse, qu'un canard ne voulait avaler de pain parfumé qu'après l'avoir lavé dans un étang. Les échassiers, qui ont les plus gros nerfs olfactifs, sont aussi les oiseaux qui manifesteraient la plus grande sensibilité olfactive. — Les reptiles ont des lobes olfactifs volumineux qui permettent de croire qu'ils perçoivent aisément les odeurs, mais jusqu'ici on connaît peu les impressions dont ils sont suscep-

tibles à cet égard. Les poissons ont également une membrane olfactive. De tout temps les pêcheurs ont remarqué qu'on les attire ou qu'on les fait fuir au moyen de certaines substances odorantes jetées dans l'eau. Les requins et d'autres poissons voraces se rassemblent en foule et arrivent de très-loin autour d'un cadavre jeté à la mer. On dit même que, quand des blancs et des noirs se baignent ensemble dans des parages fréquentés par les requins, ces derniers convoitent et poursuivent plus spécialement les noirs, dont l'odeur est forte. Les crustacés ne sont pas indifférents non plus aux émanations qui agissent sur les fibres olfactives. Tout le monde connaît le moyen qu'on emploie pour attirer les écrevisses et les prendre.

En ce qui concerne les animaux inférieurs, on n'a que des renseignements plus incertains encore, excepté cependant pour les insectes. Les entomologistes prétendent que l'odorat est très-subtil chez la plupart des insectes, et s'appuient à ce sujet sur des conjectures plausibles; mais ils ignorent encore quel est, chez ces animaux, le siége de l'olfaction. De la viande est-elle exposée à l'air, en peu d'instants les mouches apparaissent dans l'endroit où l'on n'en voyait aucune auparavant. Des cadavres d'animaux ou des immondices sont-ils abandonnés sur le sol, aussitôt arrivent les insectes qui se nourrissent de ces matières et y déposent leurs œufs. L'odorat seul paraît les diriger, à l'exclusion même de la vue, car si l'objet de leur convoitise est caché, ils parviennent aisément à le découvrir. Un fait curieux concernant l'odorat des insectes est offert par les espèces qui aiment les corps en

putréfaction. On trouve dans nos bois une belle aroïdée, le *gouet* ou *pied-de-veau*, dont la fleur blanche répand une odeur fétide. Or l'intérieur de cette fleur est très-souvent rempli de mouches, d'escarbots, de staphylins qui recherchent les détritus d'odeur infecte. On voit alors ces petites bêtes en quête de leur nourriture ou d'un endroit convenable pour pondre, s'agiter en tous sens, et n'abandonner qu'à grand'peine la corolle dont l'odeur les trompe.

II

Après avoir vu ce que les physiologistes pensent de l'odorat et des conditions de la perception des odeurs, voyons ce que les naturalistes et les chimistes ont établi touchant ces dernières considérées en elles-mêmes, quelle place ils assignent aux corps odorants et quelle nature ils leur attribuent. — Les trois règnes renferment des odeurs. Parmi les matières minérales, peu de solides, mais un certain nombre de liquides et de gaz sont doués d'odeurs plus ou moins fortes, d'ordinaire peu agréables et généralement caractéristiques. Ces odeurs appartiennent à des corps simples, comme le chlore, le brome et l'iode; à des acides, comme l'acide chlorhydrique, l'acide cyanhydrique; à des carbures d'hydrogène, comme ceux du pétrole; à des substances alcalines, comme l'ammoniaque, etc. Les odeurs qui se manifestent chez les animaux peuvent

être rapportées presque toutes soit à des gaz hydrocarbonés ou hydrosulfurés, soit à divers acides solides et liquides provenant de la décomposition des graisses, soit à des principes spéciaux sécrétés par des glandes, comme le musc, l'ambre gris, la civette, etc. Les végétaux offrent une bien autre variété d'odeurs, depuis les plus douces jusqu'aux plus fortes, depuis les plus suaves jusqu'aux plus repoussantes. Les plantes absolument inodores sont très-rares, et plusieurs qui semblent l'être lorsqu'elles sont fraîches acquièrent par la dessiccation un parfum prononcé.

L'odeur des plantes est due à des principes très-inégalement répartis dans leurs divers organes, les uns solides, comme les baumes et les résines, les autres liquides et auxquels on donne le nom d'*essences* ou d'*huiles essentielles*. Dans la majorité des cas, l'essence se concentre dans la fleur, comme cela se voit chez la rose et la violette. Chez d'autres plantes, comme le vétiver et l'iris de Florence, la racine seule est parfumée. Dans le cèdre et le santal, c'est le bois; dans la menthe et le patchouli, c'est la feuille; dans la fève de Tonka, c'est la graine; dans la cannelle, c'est l'écorce, qui sont le siége des principes odorants. Quelques végétaux possèdent plusieurs odeurs tout à fait distinctes. Ainsi l'oranger en a trois : celle des feuilles et des fruits, qui donne l'essence connue sous le nom de *petit-grain;* celle des fleurs, qui fournit le *néroli*, et enfin l'écorce du fruit, d'où l'on tire l'*essence de Portugal*. — Un grand nombre d'odeurs végétales sont le privilége des plantes tropicales, mais la flore d'Europe en fournit une proportion considérable, et presque toutes les essences employées dans la parfu-

merie sont d'origine européenne. L'Angleterre cultive beaucoup la lavande et la menthe poivrée. A Nîmes, les cultivateurs soignent particulièrement le romarin, le thym, l'aspic et la lavande. Nice a la spécialité de la violette. Cannes extrait toutes les essences de la rose, de la tubéreuse, de la cassie (acacia jaune), du jasmin et du néroli[1]. La Sicile donne le citron et l'orange; l'Italie, l'iris et la bergamote.

Quelle est maintenant la nature chimique des principes odorants des végétaux? La chimie contemporaine les ramène presque tous à trois catégories de corps bien déterminés : aux *hydrocarbures*, aux *aldéhydes* et aux *éthers*. Nous allons essayer de rendre compte clairement de la constitution de ces trois genres de substances et d'en marquer la place dans le cadre de la science. Les hydrocarbures sont de simples combinaisons de carbone et d'hydrogène, comme, par exemple, les huiles de pétrole. Ils représentent les composés les plus simples de la chimie organique. Quant aux aldéhydes et aux éthers, la composition en est un peu plus complexe; outre le carbone et l'hydrogène, ils renferment de l'oxygène. Tout le monde sait ce que les chimistes entendent par un *alcool* : c'est une association définie d'hydrogène, de carbone et d'oxygène, ni acide, ni alcaline, pouvant être considérée comme résultant de l'union d'un hydrocar-

[1] Grasses et Cannes, qui sont les principaux centres de la fabrication des essences, produisent par an 150,000 kilogrammes de pommades et huiles parfumées, et à peu près 7000 kilogrammes d'essence pures de néroli, petit-grain, lavande, romarin et thym, ce qui représente une quantité de fleurs prodigieuse. L'eau de fleurs d'oranger se compte par millions de litres.

bure avec les éléments de l'eau. L'alcool ordinaire, ou *esprit-de-vin*, est le type de la plus importante série d'*alcools*, celle des alcools monoatomiques. Les chimistes le représentent par la formule C^2H^6O, pour indiquer que sa molécule provient de la combinaison de 2 atomes de charbon avec 6 atomes d'hydrogène et 1 atome d'oxygène[1]. — Indépendamment des alcools, dont le nombre est grand et la complexité variable, la chimie organique connaît une autre classe de corps dont le vinaigre est le type et auxquels on donne le nom d'*acides organiques* pour marquer leur analogie avec les acides minéraux, tels que l'huile de vitriol ou l'eau-forte. — Or chaque alcool, en perdant une certaine quantité d'hydrogène, donne naissance à un nouveau corps qu'on nomme un *aldéhyde*, et chaque alcool, en se combinant à un acide, engendre ce qu'on appelle un *éther*. Ces détails rapides permettent de concevoir exactement la nature chimique des essences ou huiles essentielles que les plantes élaborent dans leur tissu délicat. A part un petit nombre d'entre elles qui contiennent du soufre, comme les essences de la famille des crucifères, elles offrent toutes la même composition *qualitative :* carbone et hydrogène, avec ou sans oxygène. De l'une à l'autre seulement la proportion de ces trois éléments constituants change par des gradations régulières, mais de façon à correspondre toujours soit à un hydrocarbure, soit à un aldéhyde, soit à un éther. Ici, comme dans la chimie organique presque entière, tout est dans la quantité

[1] Ou de l'éthylène C^2H^4 (qui se trouve dans le gaz d'éclairage) avec l'eau $C^2H^4 + H^2O = C^2H^6O$.

des principes intégrants. La qualité importe si peu à la nature que, en suivant toujours les mêmes lois et en se servant constamment des mêmes matériaux, elle peut, rien qu'en changeant les relations pondérables de ces derniers, donner naissance, par des myriades de combinaisons distinctes, à des myriades de corps qui ne se ressemblent point les uns les autres. Les vertus singulières des éléments et les mystérieuses énergies que recèle la substance nous apparaissent dans un phénomène encore plus remarquable, auquel on a donné le nom d'*isomérie*. Deux corps, complétement dissemblables sous le rapport des propriétés, peuvent présenter absolument la même composition chimique sous le rapport qualitatif et quantitatif. Mais par quoi diffèrent-ils? demandera-t-on. Ils diffèrent par l'arrangement de leurs molécules. Le charbon et le diamant sont identiques quant à leur matière. Le phosphore ordinaire et le phosphore amorphe sont une seule et même substance. Or les principes odorants des végétaux nous fournissent des cas d'isomérie extrêmement curieux. Ainsi l'essence de térébenthine, l'essence de citron, l'essence de bergamote, l'essence de néroli, l'essence de genièvre, l'essence de sabine, l'essence de lavande, l'essence de cubèbe, l'essence de poivre et l'essence de girofle sont des corps isomères, c'est-à-dire ayant tous la même composition chimique. Soumis à l'analyse, tous ces produits donnent des corps identiques en proportions identiques, c'est-à-dire, pour 1 molécule d'essence, 10 atomes de carbone et 16 atomes d'oxygène. C'est ce qu'indique leur commune formule $C^{10}H^{16}$. On voit comment ces faits d'isomérie prouvent que les qualités des corps dépendent

bien plus de l'arrangement et des mouvements intérieurs de leurs petites parties, inaccessibles à notre investigation, que de la nature même de leur matière, et cela montre aussi combien nous sommes loin encore d'avoir pénétré dans les conditions premières de l'activité et de l'énergie des substances. — Parmi les essenc s odoriférantes que les chimistes rangent dans la classe des aldéhydes, il faut citer celles de menthe, de rue, d'amandes amères, de cumin, d'anis, de fenouil, de cannelle, de reine-des-prés, etc. Enfin les autres se rapportent à la grande série des éthers, dont la complication varie beaucoup, en dépit de la simplicité constante de leurs matériaux premiers.

Telle est la nature chimique de la plupart des principes odorants d'origine végétale. Mais la chimie ne s'est pas bornée à établir la constitution intime de ces substances : elle est parvenue à en reproduire artificiellement un certain nombre, et les composés ainsi fabriqués, de toutes pièces, dans les laboratoires, sont absolument identiques aux produits extraits des plantes. Les spéculations théoriques sur l'arrangement des atomes, qu'on accuse parfois d'être inutiles, contribuent non-seulement à faire mieux connaître les lois naturelles, ce qui est déjà quelque chose, mais de plus, comme l'exemple actuel le montre, elles nous donnent souvent la clef d'inventions éclatantes et précieuses. Un chimiste italien, qui travaillait alors en France, Piria, reproduisit le premier, en 1838, un principe aromatique naturel. Il prépara, au moyen de réactions inspirées par la théorie, un aldéhyde salicylique qui se trouva être l'essence de reine-des-prés[1]

[1] *Spiræa ulmaria.*

au parfum si pénétrant et si suave. Quelques années plus tard, en 1843, M. Cahours découvrit l'éther méthylsalicylique et montra qu'il est identique à l'essence de *Gaultheria procumbens*[1]. L'année d'après, Wertheim composait de l'essence de moutarde en ne croyant préparer que de l'éther allylsulfocyanique. Ces découvertes firent sensation. Aujourd'hui le chimiste possède le moyen de créer beaucoup d'autres essences naturelles. Le camphre ordinaire, les essences d'amandes amères, de cumin et de cannelle, qui sont, comme nous l'avons vu, des aldéhydes, peuvent être préparés sans camphrier, sans amandes, sans cumin et sans cannelle.

Outre ces éthers et ces aldéhydes, dont l'identité avec les essences d'origine végétale est démontrée, il existe, parmi les nouveaux corps de la chimie organique, un certain nombre de produits formés par l'union de l'alcool ordinaire ou de l'alcool amylique avec divers acides, c'est-à-dire d'éthers, et qui possèdent des odeurs aromatiques plus ou moins analogues à celles de quelques fruits, mais sans qu'on puisse jusqu'ici affirmer que ces odeurs sont dues de part et d'autre aux mêmes principes. Quoi qu'il en soit, les parfumeurs et les confiseurs, plus industrieux et plus avisés que les chimistes, ont immédiatement tiré parti de ces propriétés. Les huiles aromatiques artificielles parurent pour la première fois à l'exposition de Londres de 1851. On y voyait une huile de poire (*pear oil*) répandant une odeur agréable de poire jargonelle et servant à aromatiser des bonbons. Ce produit n'est autre

[1] En parfumerie l'essence de *Wintergreen*.

qu'une dissolution d'éther amylacétique dans l'alcool. A côté de l'huile de poire figurait l'huile de pommes (*apple oil*), ayant le parfum des meilleures reinettes, et obtenue en dissolvant l'éther amylvalérique dans l'alcool. L'essence la plus abondante était celle d'ananas, qui n'est autre que l'éther butyrique ordinaire. On y remarquait aussi l'essence de cognac ou de raisins (*grape oil*) employée pour donner aux eaux-de-vie de mauvaise qualité l'arome si recherché de celle de Cognac. Le produit qui faisait alors et qui fait encore l'objet de la plus importante fabrication, c'est l'essence de mirbane, dont l'odeur rappelle tout à fait celle de l'essence d'amandes amères et que le commerce substitue bien souvent à cette dernière. L'essence de mirbane n'est autre que de la nitrobenzine, laquelle provient de la réaction de l'acide nitrique sur la benzine. La benzine, à son tour, se rencontre parmi les produits de la distillation du goudron, où l'on trouve aussi de quoi préparer les admirables couleurs dites d'aniline. — Outre les essences que nous venons de signaler et dont la fabrication prend une importance industrielle croissante, on prépare encore artificiellement de l'essence de coings, de l'essence de fraises, de l'essence de rhum, etc. Toutes ces drogues servent, il faut bien le dire, à aromatiser les confiseries, les liqueurs et les confitures qui font aujourd'hui l'objet d'un si grand commerce. En d'autres termes, les produits de l'industrie tendent de plus en plus à se substituer à ceux de la nature. En tous les cas, ces faits de synthèse des principes odorants comptent parmi les plus belles conquêtes de la chimie organique. La puissance créatrice du chimiste s'étend de plus en plus. Après les

travaux de Piria, de Wertheim et de M. Cahours sont venus ceux de M. Berthelot, qui a reproduit les matières grasses de l'économie animale. On est en ce moment-ci sur la voie de fabriquer artificiellement du sucre. Si on y arrive, il ne restera plus qu'à opérer la synthèse des matières albumineuses pour s'être rendu maître complétement des procédés que suit la nature dans l'élaboration des principes immédiats. Ce don de réaliser son objet, qui est la prérogative de la chimie, est aussi un des plus forts arguments en faveur de la réalité des lois que nous établissons touchant le système des forces extérieures.

Linné, qui avait un esprit éminemment analytique et classificateur, n'a pas seulement rangé par ordre les végétaux et les animaux, il a classé aussi les maladies et même les odeurs. Il rapporte ces dernières à sept classes : les odeurs *aromatiques* comme celle des feuilles de laurier ; les odeurs *fragrantes* comme celles des fleurs de lis, de jasmin, etc. ; les odeurs *ambrosiaques* comme celles de l'ambre, du musc, etc. ; les odeurs *alliacées* comme celle de l'ail ; les odeurs *fétides* comme celles du bouc, de l'arroche puante, etc. ; les odeurs *repoussantes* comme celles de plusieurs solanées, et enfin les odeurs *nauséeuses*. Les dénominations de Linné ont généralement prévalu dans le langage, mais on conçoit bien qu'elles ont une valeur de pure convention. Comme nous l'avons dit plus haut, il n'y a pas d'étalon pour la comparaison des odeurs. Nous ne pouvons les désigner qu'en les rapprochant les unes des autres, selon les degrés d'analogie qui existent entre les impressions qu'elles exercent sur notre membrane olfactive. Elles n'ont point de caractères sus-

ceptibles d'être définis avec rigueur. C'est ce qui fait qu'il est impossible d'en donner une classification naturelle.

III

Les sensations produites par les odeurs sont goûtées et appréciées de façons très-variables, quoique avec moins de diversité que les saveurs. « J'en ai vu, dit Montaigne, fuir la senteur des pommes plus que les arquebusades [1]. » L'histoire rapporte que Louis XIV ne pouvait pas supporter les parfums. Grétry était vivement incommodé par l'odeur des roses; celle du lièvre faisait évanouir Mlle Contat. — Des odeurs qui nous répugnent, comme celle de l'asa fœtida et de la racine de valériane, font au contraire les délices des Orientaux, qui emploient ses substances comme condiments. Entre autres exemples singuliers rapportés à ce sujet par M. Cloquet, nous citerons celui d'une jeune fille qui trouvait le plus grand plaisir à respirer l'odeur des vieux livres, et celui d'un jurisconsulte à qui les exhalaisons du fumier procuraient une sensation des plus douces. Il n'est donc pas permis d'établir de règles générales en ce qui concerne l'influence des odeurs sur nos organes et la qualité des sensations qu'elles déterminent en nous. Néanmoins, au point

[1] Le fait auquel songeait Montaigne en écrivant cela est celui de Quercet, secrétaire de François Ier, qui se levait de table et fuyait sitôt qu'il y apercevait des pommes.

de vue purement physiologique, il est certain que quelques-unes exercent une action constante. Chardin et d'autres voyageurs racontent que lorsqu'on enlève sur l'animal la poche qui renferme le musc, il faut que l'opérateur ait le nez et la bouche fermés au moyen d'un linge plié en plusieurs doubles, sans quoi il éprouverait de violentes hémorrhagies.

L'odeur du lis, de la narcisse, de la tubéreuse, de la violette, de la rose, du sureau, etc., lorsqu'elle atteint un certain degré de concentration, exerce d'ordinaire une influence fâcheuse sur l'économie[1]. Elle détermine des maux de tête plus ou moins violents, des syncopes, et quelquefois même des accidents plus graves. Les annales de la science renferment plusieurs cas de mort dus à l'action toxique de certaines émanations odorantes. On a remarqué que les plantes de la famille des labiées, comme la sauge, le romarin, etc., ne présentent, sous ce rapport, aucune espèce de danger, et paraissent plutôt jouir de propriétés salutaires. — Il importe cependant de distinguer ici entre l'action en quelque sorte purement dynamique de l'odeur, l'intoxication par l'essence et l'effet de l'acide carbonique dégagé par les plantes. Ces trois influences ont été souvent confondues par les auteurs qui ont enregistré les accidents survenus à la suite d'inhalations plus ou moins prolongées d'air odorant.

Cette action variable, tantôt salutaire, tantôt funeste, des odeurs sur le système nerveux, explique le rôle

[1] Certaines odeurs qui à l'état de diffusion considérable ont un parfum agréable, acquièrent à l'état de concentration une odeur répugnante et parfois dangereuse. Cela est vrai surtout de la civette, du patchouli, des essences de néroli, de thym, etc.

qu'elles ont joué de tout temps dans les diverses circonstances de la vie des peuples. Il faudrait un volume pour raconter l'histoire religieuse, politique, économique et galante des odeurs et des parfums. Nous devons nous borner à en résumer ici les principaux enseignements en tant qu'ils se rattachent à la doctrine physiologique qui est le fond de cette étude. Car il y a certainement quelque chose d'instinctif au fond de ces coutumes universelles et constantes, qui nous montrent l'affinité de l'homme pour les odeurs. Sans doute il y faut voir plutôt un raffinement de sensualité qu'un désir naturel, mais il est arrivé ici ce qui est arrivé pour les boissons, pour la musique, etc. L'habitude est devenue en quelque sorte une seconde nature, les sens ont pris goût à cette ivresse particulière qui les charme et leur dissimule de pénibles réalités.

C'est dans la religion que nous constatons en premier lieu l'emploi des parfums. On n'imaginait rien de noble ou de sacré sans y faire intervenir leur influence. Les parfums disposaient les dieux à écouter les vœux qu'on leur adressait dans les temples, où l'encens brûlait et répandait ses vapeurs embaumées. Dès la plus haute antiquité nous voyons les prêtres des diverses religions avoir recours à l'emploi des substances odoriférantes. Cinq fois par jour, les disciples de Zoroastre plaçaient des odeurs devant l'autel où brillait le feu sacré. Moïse, dans l'Exode, inscrivait la composition de deux parfums liturgiques. Les Grecs donnèrent aux odeurs une belle place dans leurs ingénieuses fictions théologiques. Ils croyaient que les dieux annoncent toujours leur apparition par une

odeur d'ambroisie, ainsi que Virgile nous le dit en parlant de Vénus [1], et Moschus à propos de Jupiter transformé en taureau. L'emploi des parfums dans les cérémonies religieuses avait pour but de provoquer une sorte d'ivresse chez les prètres et les prêtresses, et aussi de dissimuler l'odeur du sang et des matières putrides résultant des sacrifices. La religion chrétienne emprunta au paganisme l'usage des parfums dans les cérémonies du culte. Il y eut même une époque où l'Église de Rome possédait en Orient des terres destinées exclusivement à des plantations d'arbres fournissant des résines balsamiques.

En dehors de ces emplois, les odeurs en recevaient jadis de plus fréquents dans la vie privée. Rien ne nous étonne davantage, en lisant les auteurs de l'antiquité, que ce qu'ils racontent à ce sujet. Chez les Juifs, l'usage des parfums étaient contenu dans de justes limites par les prescriptions de la loi mosaïque, qui les réservait pour le culte. Mais chez les Grecs, il atteignit une extension et un raffinement excessifs. Ils renfermaient leurs habits dans des coffres odorants. Ils brûlaient des aromates pendant leurs repas; ils parfumaient leurs vins; ils se couvraient la tête d'odeurs dans les banquets. Les parfumeurs avaient, à Athènes, des boutiques qui servaient de lieu de réunion. Apollonius, disciple d'Hérophile, a laissé un traité sur les parfums qui prouve que, même sous le rapport de l'extraction des essences, les Grecs étaient arrivés à une surprenante perfection. Ni les prohibitions de

[1] *..... Avertens rosea cervice refulsit*
Ambrosiæque comæ divinum vertice odorem
Spiravere......... ....

Solon, ni les anathèmes de Socrate ne purent arrêter les progrès de cette passion. Les Romains en reçurent l'héritage de la Grèce et ajoutèrent aux parfums de l'Orient ceux de l'Italie et de la Gaule. Ils les employaient avec profusion pour parfumer leurs bains, leurs chambres, leurs lits et leurs boissons. Ils en répandaient sur la tête de leurs convives. Le vélarium qui recouvrait l'amphithéâtre était imprégné d'eau de senteur qu'il laissait tomber, sous forme de pluie suave, sur la tête du public. Les aigles romaines elles-mêmes étaient enduites des plus fines essences avant la bataille. Lors des funérailles de sa femme Poppée, Néron fit brûler sur le bûcher plus d'encens que l'Arabie n'en produisait dans toute une année. L'on raconte aussi que Plancius Plancus, proscrit par les triumvirs, avait été trahi par les odeurs qu'il portait, et découvert ainsi aux soldats envoyés à sa recherche. — Outre les odeurs extraites de la menthe, de la marjolaine et de la violette, qui étaient les plus communes, les anciens employaient beaucoup les roses de Pœstum et divers aromates tels que le nard, le mégalium, le cinnamome, l'opobalsamum, etc.

Il est curieux de remarquer que l'usage des parfums, apporté à Rome avec les mœurs grecques, fut apporté à son tour en France et dans le nord de l'Europe avec les mœurs latines, et principalement par la religion romaine. C'est, en effet, des cérémonies religieuses qu'il passa dans les cérémonies politiques, et de là dans la vie privée. Parmi les présents qu'Haroun-al-Raschid envoya à Charlemagne, se trouvaient beaucoup de parfums. Au moyen âge, chez les souverains et les plus grands seigneurs, on se lavait les mains

avec de l'eau de rose, avant et après le repas; quelques-uns même avaient des fontaines jaillissantes desquelles découlaient des eaux aromatiques. A cette époque aussi l'usage était de porter les morts la face découverte jusqu'au lieu de leur sépulture, et de placer dans le cercueil des cassolettes pleines de parfums. La monarchie française montra constamment un goût effréné pour les jouissances de cette nature, qui semblaient créées pour accompagner nécessairement toutes les autres. Le maréchal de Richelieu avait fait un tel abus des parfums sous toutes les formes, qu'il ne les sentait plus et qu'il vivait habituellement dans une atmosphère si embaumée qu'elle indisposait ceux qui entraient chez lui. Mme Tallien, au sortir d'un bain de fraises et de framboises, se faisait doucement frictionner avec des éponges imbibées de lait parfumé. Napoléon Ier se versait lui-même, tous les matins, de l'eau de Cologne sur la tête et sur les épaules.

IV

Au-dessus de toutes les questions que nous venons de parcourir s'en trouve une d'une nature plus grave et plus obscure, qui se présente d'ailleurs au terme de toutes les études ayant pour objet la sensation, et à propos de laquelle quelques réflexions ne seront pas déplacées ici. A quoi correspondent hors de nous les sensations que nous éprouvons au dedans de nous?

Quel rapport y a-t-il entre le monde réel et l'image du monde réfléchie dans notre âme? Dans le cas particulier qui nous occupe, qu'est-ce qui, dans les corps, est cause qu'ils affectent notre odorat? Il paraît certain tout d'abord que l'odeur en soi, en tant qu'odeur, est une pure création de notre esprit. La physiologie contemporaine démontre que l'excitation des nerfs sensitifs est suivie, dans chacun, des sensations qui leur correspondent. Quand on électrise l'œil, on y détermine une apparition lumineuse; quand on électrise la langue, on y provoque une sensation gustative; quand on électrise le fond de l'oreille, on y produit l'effet d'un son. De même une excitation analogue, électrique ou autre, des nerfs de l'odorat, fait naître en notre esprit la sensation d'odeur, bien qu'aucune molécule odorante ne soit intervenue dans le phénomène. La sensation paraît donc dépendre principalement de la nature du nerf sensitif. Le monde extérieur semble n'y contribuer que par la mise en branle des fibres nerveuses. Cette condition d'une impulsion venue du dehors n'est pas même indispensable, puisque nous éprouvons, dans le sommeil et dans la folie, des sensations d'odorat qui, au témoignage de nos autres sens, ne correspondent à aucun agent extérieur. Cependant, nous croyons pouvoir discerner les cas d'hallucination des cas de perception réelle; cependant, nous affirmons qu'il y a au dehors de nous-mêmes des causes distinctes de nos sensations distinctes. Aucun scepticisme n'a prévalu ni ne prévaudra contre ce témoignage de la plus puissante évidence qu'il y ait au fond de notre être. Comment rendre compte de cette apparente antinomie? En réalité, il n'y a pas d'anti-

nomie. Remarquons en effet que, si les causes les plus diverses peuvent déterminer en nous une même sensation et nous donner le change sur le monde extérieur, notre âme n'en est jamais la dupe. Elle sait parfaitement rapporter, selon les cas, cette même sensation aux causes objectivement dissemblables qui l'ont déterminée; c'est-à-dire que les causes qui se ressemblent et se confondent dans l'acte purement physiologique de la sensation se différencient et se séparent dans l'acte psychologique par lequel notre âme les reconnaît et les conçoit distinctes. Si nous n'avions, pour connaître, que la passivité indolente et ignorante de nos sens, il n'y aurait pour nous aucune certitude; mais l'activité savante de l'âme non-seulement peut affirmer la réalité des objets extérieurs, par une raison analogue à celle qui lui fait affirmer sa propre existence, mais encore conclure, d'après ses diverses affections, à une diversité correspondante des énergies extérieures. Elle se meut à l'unisson du monde plutôt qu'à celui des sens. Vis-à-vis de ces derniers, elle est comme un monarque excellent qui ne serait rien dans ses sujets, mais qui, en leur donnant des lois et en réglant leurs mœurs, les police et les civilise. Donc, et c'est par où nous aimons à terminer, c'est dans l'âme considérée comme foyer de tous les rayons réfractés au travers des sens, comme lumière centrale plus brillante que toutes les autres, qu'il faut placer le pouvoir et le droit de discerner ce que les sens ne discernent pas, et de pénétrer à une profondeur où ils n'atteignent pas. On ne saura jamais quel rapport il y a entre le monde extérieur et les images que nous en apercevons, mais l'âme peut croire ferme-

ment que les divers points de ces images correspondent à des points extérieurs situés dans le même ordre, et que les forces qui l'affectent sont au fond de même nature que celles dont elles se sent maîtresse au dedans d'elle-même.

LES MÉDICAMENTS ET LA VIE

PROGRÈS RÉCENTS DE LA THÉRAPEUTIQUE[1]

Ce n'est pas encourir le reproche d'ignorance que de douter de la médecine. Ce genre de scepticisme est d'autant mieux porté que beaucoup de médecins confessent volontiers ne pas croire très-fermement à la certitude de leur art, et même se complaisent à en affirmer les illusions et l'impuissance, quand ils ne vont pas jusqu'à nier la possibilité de jamais constituer scientifiquement l'ensemble des méthodes curatives. La vérité est que l'art de guérir se réduit à une application de certaines sciences. Dès que ces sciences font des progrès, cet art en doit faire et en fait d'aussi incontestables. C'est en maintenant l'équilibre entre le progrès de l'anatomie, de la physiologie, de la pathologie, de la thérapeutique, d'une part, et celui de la médecine pratique de l'autre, en subordonnant constamment la seconde aux premières, qu'on développera désormais l'art de guérir. L'anatomie enseigne comment sont faits les organes; la physiologie, comment ils fonctionnent dans l'état de santé; la pathologie, com-

[1] *Revue des deux mondes* du 1er juin 1872.

ment ils fonctionnent dans l'état de maladie; la thérapeutique, comment ils se comportent en présence des milieux, c'est-à-dire des modificateurs de toute sorte au contact desquels on peut les placer. Ces quatre sciences, aussi positives et méthodiques que toutes les autres branches de la philosophie naturelle, sont les arsenaux où le médecin prend ses armes pour la lutte qu'il livre à la maladie. C'est à lui d'en faire un salutaire usage, et de mettre à profit, par un coup d'œil prompt, un tact aiguisé et une industrie attentive, les inépuisables ressources de la science. C'est à lui de saisir les indications et de ramener, dans une intuition judicieuse, l'ensemble désordonné et confus des symptômes au mécanisme déterminé qui seul les explique. Il s'acquittera de cette tâche avec autant plus d'aisance et de succès qu'il connaîtra mieux les vérités scientifiques qui en sont toute la raison. Or ces vérités sont dans un état d'accroissement plus rapide aujourd'hui que jamais.

I

A l'origine, la pratique médicale fut confondue avec celle du sacerdoce. Les temples étaient en même temps des hôpitaux; mais nous ne savons rien de précis sur les moyens qu'on y employait pour soulager ou guérir les malades, pas plus que sur les circonstances dans lesquelles se fit la découverte des premiers

remèdes. Ce qu'il y a de positif, c'est que ces derniers étaient des plantes. Hippocrate employait l'ellébore, les semences de carthame, la racine de thapsie comme purgatifs. Il ordonnait l'oxymel et l'hydromel, il faisait des frictions et des saignées. En réalité, il usait peu de drogues; ses moyens curatifs étaient empruntés à la diététique et à l'hygiène, dont il a établi les préceptes salutaires. L'immortel praticien de Cos croyait que les maladies tendent d'elles-mêmes à la guérison. Il admettait l'existence d'une nature médicatrice, dont le médecin doit favoriser le travail par un régime approprié. Asclépiade de Bithynie, disciple d'Hippocrate, paraît être le premier qui ait connu les propriétés narcotiques du pavot. En somme, les médecins des écoles de Cos et de Cnide eurent peu de remèdes à leur disposition; mais les progrès assez rapides de l'histoire naturelle révélèrent bientôt des vertus médicinales dans beaucoup de matières tirées des règnes organiques. Les ouvrages où Aristote et Théophraste ont résumé l'état des connaissances botaniques et zoologiques de leur temps devinrent le guide de l'empirisme thérapeutique sous l'influence duquel furent composés les premiers livres relatifs aux substances médicamenteuses, entre autres les traités de matière médicale de Scribonius Largus et de Dioscoride. Celui de Scribonius a pour titre : *De la composition des médicaments*. Il est dédié à un affranchi de l'empereur Claude. L'auteur en avait rassemblé les matériaux dans les diverses campagnes où il avait suivi les légions romaines comme médecin militaire. Dioscoride, qui vivait sous Néron, fut également attaché aux armées en qualité de médecin, et recueillit dans les pays qu'il parcourut un

grand nombre de substances tirées des trois règnes de la nature. De retour à Rome, il fit un choix de celles qui lui parurent de quelque efficacité médicinale, et les décrivit en langue grecque dans un livre important qui nous donne la plus juste idée de la matière médicale de l'antiquité, et qui devait rester classique jusqu'au XVIe siècle. Il en a été de ce livre comme de ceux d'Aristote ; mais nous verrons que cette sorte de soumission à un vieux maître n'a pas empêché le progrès.

Galien, le plus savant et le plus systématique des médecins de l'antiquité, donne une forme et une impulsion nouvelles à la thérapeutique. Venu peu de temps après Dioscoride, il prétendit indiquer le meilleur parti à tirer des armes rassemblées par ce dernier dans l'arsenal de la pharmacie. Autant Hippocrate était convaincu qu'il faut laisser la nature agir presque seule dans les maladies, autant le médecin de Pergame croyait à la nécessité d'administrer beaucoup de remèdes. Aux méthodes expectantes il substitua l'usage abondant des drogues et suggéra l'invention de ces mélanges complexes connus sous le nom d'*électuaires*. Le galénisme est l'origine de la polypharmacie. On admettait, sous l'empire des idées auxquelles ce médecin donna une consistance définitive, que, chaque substance conservant sa vertu propre au milieu de l'amalgame commun, celui-ci jouissait des propriétés de tous les ingrédients employés pour le préparer, et formait ainsi une panacée souveraine contre une infinité de maux. La plus fameuse de ces compositions est la *thériaque*, que Borden appelle le chef-d'œuvre de l'empirisme, et à laquelle il a con-

sacré une page pleine de verve. Préparée d'abord par Mithridate, elle reçut sa dernière perfection des mains d'Andromaque, médecin de Néron. La thériaque renfermait une centaine d'ingrédients variés, minéraux, végétaux et animaux, dont quelques-uns très-bizarres, comme la terre de Lemnos et la chair de vipère. Pendant longtemps, cet électuaire opiacé devait occuper une place importante dans les pharmacopées. On le fabriquait avec pompe, et les vertus en étaient si appréciées que les hommes riches en avaient toujours chez eux une provision.

A partir de Galien, la médecine est étroitement associée à la scolastique. Plus on avance, plus elle se confond aussi avec la théosophie et la sorcellerie. Le microcosme ne fut plus qu'une représentation du macrocosme; on était convaincu qu'il existe une liaison intime entre le corps humain et les astres, et le médecin était tenu de consulter ces derniers avant d'administrer un remède. Un praticien de ce temps à qui l'on demandait si la tisane d'orge convient aux personnes atteintes de fièvre, répondit que cette boisson ne saurait leur être utile, puisqu'elle est une substance, tandis que la fièvre est un accident. Voilà le bénéfice apparent que la médecine retirait de cette association. Pendant près de mille ans, il se fit, dans les langes de ce mysticisme, un travail des plus extraordinaires — quelques-uns disent des plus funestes, mais ils ont tort. Cette subtile dialectique de l'école est le lien qui rattache Platon et Aristote à la philosophie moderne et perpétue la tradition spéculative. Cette ardente recherche de la pierre philosophale est le terrain où s'élaborent lentement les germes de l'avenir. Cette

chimère de l'élixir de longue vie est l'occasion d'une quantité d'essais empiriques dont profite, bon gré mal gré, l'art de guérir. Pendant que l'on croit que tout reste stationnaire et enveloppé de ténèbres, il se trouve qu'au xve siècle déjà les écoles d'Arabie et de Salerne d'une part, les alchimistes de l'autre, ont enrichi la matière médicale d'une foule de précieuses substances telles que plusieurs sels d'antimoine, le sel de Saturne, le foie de soufre, l'éther, l'ammoniaque, le précipité rouge, les acides nitrique, sulfurique et muriatique, l'alcool, etc.

Aussi, quand au commencement du xvie siècle Paracelse attira l'attention de l'Europe, le moment était propice à l'entreprise de ce médecin fameux. Paracelse est le principal promoteur de la thérapeutique chimique, et a exercé par là une influence considérable sur les destinées de la médecine. Le premier il représenta la chimie comme le vrai moyen de préparer les médicaments, combattit l'abus des mélanges compliqués et souvent inertes de la polypharmacie galénique, et fit voir la nécessité d'isoler les quintessences, les principes actifs des simples. Il remit en honneur l'opium presque oublié. Il préconisa l'usage des substances énergiques empruntées au règne minéral, et montra l'efficacité thérapeutique des sels de mercure, de fer, d'arsenic, d'antimoine, d'étain, d'or, etc. Ses cures heureuses furent aussi célèbres que les désordres de son existence. Paracelse conserva les formes de langage de ses contemporains, et même en abusa. Ses ouvrages sont pleins des termes mystiques de la théosophie et de la cabale, mais au fond c'était un esprit parfaitement émancipé, auquel on pardonne sa jactance en

souvenir de l'opposition qu'il rencontra, et sa folie apparente quand on songe à la justesse de ses idées fondamentales.

Le XVIIe siècle, qui a été la plus belle époque du progrès des sciences et de la grandeur littéraire, vit la thérapeutique s'enrichir de remèdes héroïques : l'émétique, le quinquina, l'ipéca. L'emploi de ces drogues a été inauguré dans des circonstances particulières auxquelles se rattachent les épisodes les plus curieux de l'histoire de la médecine. Divers composés d'antimoine, comme nous l'avons vu, avaient été employés avant le XVIIe siècle, mais le plus précieux de tous, l'émétique ou tartre stibié, fut préparé pour la première fois vers 1630. La découverte et l'usage de ce nouveau composé antimonial firent renaître d'anciennes disputes; pendant longtemps il donna lieu, entre les médecins et dans la Faculté, aux discussions les plus acharnées et quelquefois les plus comiques. Tandis qu'Eusèbe Renaudot publiait en 1653 *l'Antimoine justifié et l'antimoine triomphant*, Jacques Perreau ripostait en 1654 par le *Rabat-joie de l'antimoine triomphant d'Eusèbe Renaudot;* Perreau affirmait qu'un religieux, voulant purger les frères de son couvent avec le remède en question, ne parvint qu'à les empoisonner tous, d'où le nom d'antimoine. La querelle s'envenima bien davantage quand un des esprits les plus mordants, mais aussi les plus réactionnaires d'alors, le même qui niait la circulation du sang, le fameux Gui Patin, vint joindre ses sarcasmes à ceux des détracteurs de l'émétique. Il ne désignait le tartre stibié que sous le nom de *tartre stygié*, le tenant pour aussi funeste que les eaux du Styx, dont il lui semblait provenir. Cepen-

dant Louis XIV, à qui ses médecins osèrent en prescrire une assez forte dose pendant une maladie qu'il eut à Calais, s'en trouva bien. Ce fut un échec sérieux pour les adversaires de l'antimoine.

Le nom du grand roi est lié aussi à l'introduction mémorable de deux autres remèdes importants dans la thérapeutique, le quinquina et l'ipéca. Le quinquina croît spontanément et en abondance dans les forêts de la Cordillère. Il est probable que ses propriétés fébrifuges étaient utilisées depuis longtemps par les indigènes de ces contrées, lorsqu'en 1638 le corrégidor de Loxa l'administra pour la première fois à la comtesse del Cinchon, vice-reine espagnole au Pérou. Cette dame était atteinte d'une fièvre tierce très-opiniâtre dont le médicament triompha sans peine. Aussitôt que cette cure merveilleuse fut connue dans la ville, les bourgeois de Lima envoyèrent des députés au vice-roi pour le prier de répandre le nouveau médicament. Leurs vœux furent écoutés. On fit venir de Loxa et de Cuença une grande quantité de quinquina que la vice-reine distribua elle-même aux habitants, et qui fut depuis lors appelée *poudre de la comtesse*[1]. En 1640, del Cinchon revint en Espagne, et son médecin, Juan del Vego, rapportait une cargaison considérable de l'écorce fébrifuge qu'il vendit fort cher. Les jésuites espagnols en firent bientôt l'objet d'un commerce lucratif, et c'est ainsi qu'elle entra dans la pharmacopée d'Europe. Cependant l'usage

[1] La Condamine donna, un siècle plus tard, en 1738, la première description complète de l'arbre qui fournit le quinquina. Son travail servit de base à Linné pour déterminer les caractères du genre, auquel il donna le nom de *cinchona*, en souvenir de la comtesse del Cinchon.

n'en fut point d'abord très-commun. En 1679, un médecin anglais du nom de Talbot fit prendre un remède secret au fils de Louis XIV qui avait des accès rebelles de fièvre intermittente. Le dauphin recouvra très-vite la santé, acheta le secret de Talbot au prix de 48 000 livres, et accorda une pension viagère à ce médecin. En outre le remède, qui n'était qu'une teinture vineuse de quinquina, fut publié par les soins du monarque. De même que l'émétique, l'écorce du Pérou donna lieu dans les écoles à de longues disputes auxquelles, chose singulière, vinrent se mêler des passions politiques et religieuses ; mais le quinquina triompha de toutes les oppositions, et, grâce aux efforts de Sydenham, de Morton et de Torti, tous les praticiens s'accordèrent bientôt à en reconnaître les vertus bienfaisantes.

L'ipécacuanha fut apporté et employé pour la première fois en France en 1672, par un médecin nommé Legras, qui revenait du Brésil. Celui-ci ne sut point faire apprécier les énergiques propriétés purgatives et vomitives de cette racine. Quelques années plus tard, un autre médecin beaucoup plus entreprenant, Adrien Helvétius, résolut de faire fortune avec cette drogue. Il placarda dans les rues de Paris des affiches annonçant un remède infaillible contre la dyssenterie. Par une coïncidence heureuse pour lui, plusieurs gentilshommes de la cour et le dauphin lui-même, fils de Louis XIV, étaient alors atteints de cette maladie. Le roi, informé par Colbert du secret d'Helvétius, chargea un de ses médecins d'entrer en arrangements avec le possesseur du spécifique. La drogue fut d'abord essayée dans les salles de l'Hôtel-Dieu ; une fois que

l'efficacité en eut été bien constatée, on compta 1000 louis d'or à Helvétius, sans préjudice des dignités médicales auxquelles on se réservait de l'élever plus tard. L'ipéca se répandit très-vite en France et dans le reste de l'Europe; Leibniz lui-même ne dédaigna point d'en faire un chaleureux éloge. Il est à remarquer d'ailleurs que tous les grands métaphysiciens se sont occupés de médecine. Descartes, Malebranche, Berkeley, non-seulement étaient versés dans cette science, mais encore y consacraient une part de leurs méditations rénovatrices et même de leurs expériences. Sous leur influence, les études de médecine reçurent une activité et une précision nouvelles. On importa dans la biologie les méthodes et les systèmes de la physique et de la chimie, on rechercha la combinaison des forces et la composition des organes de l'économie. La philosophie, en pénétrant la médecine, lui communiqua l'ardeur de chercher et le désir de lumière. Les spéculations du XVII[e] siècle, ne l'oublions pas, sont le vrai point de départ de la magnifique élaboration scientifique dont cette époque et la suivante nous offrent le spectacle.

Le XVIII[e] siècle suivit docilement dans les sciences l'impulsion de l'âge précédent. C'est alors que Bordeu, avec sa verve béarnaise et son étincelant génie médical, propagea l'usage des eaux minérales et surtout des eaux sulfureuses et thermales des Pyrénées, peut-être les plus actives de toutes. Il recommanda d'en boire, et les rendit célèbres par le talent avec lequel il sut en démontrer les effets. De grands médecins italiens étudiaient de très-près l'action du quinquina. L'opium acquit, à partir du XVII[e] siècle, une

vogue extraordinaire. L'illustre Sydenham, en décrivant la dyssenterie épidémique des années 1669-1672, s'écrie, après avoir expliqué la préparation du laudanum qui a conservé son nom . « Je ne puis m'empêcher de féliciter le genre humain de ce que le Tout-Puissant lui a fait présent de ce remède qui convient dans un plus grand nombre de cas qu'aucun autre et qui les surpasse tous en efficacité. Sans lui, l'art de guérir cesserait d'exister! » Les effets de ce remède provoquèrent cependant des discussions violentes et longues auxquelles se rattache le nom de Brown. Ce médecin, qui professait à Édimbourg au milieu du XVIII[e] siècle, y enseignait une théorie des effets de l'opium qui séduisit tellement ses disciples que ceux-ci lui élevèrent une statue avec ces mots gravés sur le piédestal : *Opium, me hercle, non sedat.* Brown contestait en effet avec passion les vertus calmantes du suc de pavot. Il le rangeait parmi les excitants, et, pour prouver qu'il avait raison, il en avalait des doses énormes à ses leçons quand sa parole venait à languir. C'est dans la même école d'Édimbourg que professait Cullen, un des grands médecins du XVIII[e] siècle. On lui doit la découverte de la principale propriété de la digitale, qui est de ralentir le mouvement du cœur, et par suite de diminuer la fréquence du pouls. Déjà Withering et Charles Darwin en avaient reconnu les vertus diurétiques et l'efficacité contre l'hydropisie, mais c'est à Cullen que revient l'honneur d'avoir mis en évidence ce fait considérable que la digitale est *l'opium du cœur.*

Les progrès rapides de la chimie à cette époque ne pouvaient rester sans influence sur ceux de la théra-

peutique. Ils avaient pour une part donné naissance à de nouveaux systèmes sur la maladie, ils procurèrent aux praticiens des drogues excellentes. C'est du XVIIIe siècle que datent l'emploi des sels purgatifs de magnésie, la découverte faite par Goulard de l'acétate de plomb et des énergiques propriétés astringentes qui le caractérisent; l'emploi, recommandé par Odier, des sels de bismuth. Dans le même temps, Van Swieten rendit célèbre la solution de sublimé corrosif qui a conservé son nom, et qu'il substitua aux incommodes préparations mercurielles usitées avant lui. Ces acquisitions utiles favorisaient sans doute le développement de l'art, mais elles n'éclairaient pas beaucoup la science en elle-même, et le moment approchait où il faudrait enfin se demander comment et pourquoi agissent ces drogues. On y avait à peine songé avant Bichat.

Bichat, après avoir renouvelé l'anatomie et la physiologie, puis la pathologie, eut aussi l'ambition de réformer la thérapeutique. Frappé de la confusion et de l'incertitude de cette science, il pensa qu'on pourrait la perfectionner en étudiant méthodiquement l'action des substances médicamenteuses non pas sur les maladies, qui sont des phénomènes complexes, mais sur les tissus. Dans ce dessein, il entreprit à l'Hôtel-Dieu, où il venait d'être nommé médecin — il avait alors trente ans, — une série d'expériences précises touchant l'effet des remèdes. Plus de quarante élèves commençaient à l'aider dans cette besogne, et il rendait compte, dans chacune des leçons du cours qu'il faisait sur ces matières, des résultats obtenus; mais le destin ne lui permit pas d'aller loin dans cette voie inexplorée, il succombait le 3 ther-

midor an X, à peine âgé de trente-deux ans. C'est ainsi que des travaux qui eussent dès le commencement de ce siècle imprimé une direction nouvelle à la thérapeutique furent étouffés par la mort du grand homme qui en avait conçu l'idée, et qui en aurait certainement poursuivi avec succès l'exécution difficile. A la vérité, cet étonnant génie était trop en avance sur son temps. Parmi les médecins qui vinrent immédiatement après lui, aucun n'aperçut l'importance ou ne se sentit capable de tenter la réalisation du programme de Bichat. La science devait attendre plus de cinquante ans les investigations qui ont ruiné l'empirisme et donné à la thérapeutique son établissement définitif. C'est à M. Claude Bernard que l'on doit en grande partie cette rénovation.

II

L'empirisme est si vivace, la tradition si puissante, que lorsque M. Bernard entreprit, il y a une vingtaine d'années, ses premiers travaux de thérapeutique scientifique et en expliqua les principes, il eut à lutter contre la résistance des plus célèbres médecins. Ceux-ci, parmi lesquels on peut citer Trousseau — esprit merveilleusement brillant et souple, doué des plus éminentes facultés de l'artiste, qui remplaçaient chez lui celles du savant, — ceux-ci continuèrent à soutenir que l'action des remèdes ne peut pas être ramenée

à des lois fixes, et que les opérations de la vie échappent à toute détermination précise. M. Claude Bernard a réfuté ces assertions peu philosophiques. Il a développé, dans plusieurs mémoires, les méthodes qui permettent de résoudre avec rigueur les problèmes de la thérapeutique, et il a joint l'exemple au précepte dans ses recherches sur le curare, l'oxyde de carbone, l'éther, la nicotine, les alcaloïdes de l'opium, etc. Ses méthodes sont l'application des règles mêmes du cartésianisme. « Il faut analyser, dit-il, les actions complexes et les réduire à des actions plus simples et exactement déterminées... Les expériences sur les animaux permettent seules de faire convenablement des analyses physiologiques qui éclaireront et expliqueront les effets médicamenteux qu'on observe chez l'homme. Nous voyons en effet que tout ce que nous constatons chez l'homme se retrouve chez les animaux, et *vice versâ*, seulement avec des particularités que la diversité des organismes explique; mais au fond la nature des actions physiologiques est la même. Il ne saurait en être autrement, car sans cela il n'y aurait jamais de science physiologique, ni de science médicale. » Le plus illustre des chirurgiens de notre temps, M. Sédillot, a de son côté démontré que la thérapeutique chirurgicale ne peut avoir d'autre fondement que l'invariabilité des phénomènes de la vie dans leurs rapports de causes à effets. Il a fait comprendre qu'il fallait établir l'art sur l'unité et la généralité de la science, au lieu de le laisser à la merci de la fantaisie individuelle[1]. On voit mainte-

1 « L'invariabilité des phénomènes dans leurs rapports de causes

nant de la façon la plus claire, grâce aux efforts de ces deux savants, comment peut être faite avec profit l'étude des ressources multiples auxquelles le médecin a recours pour le traitement des maladies.

Sous l'empire de ces idées, M. Bernard a étudié les divers principes actifs contenus dans l'opium, au point de vue de leur influence comparative sur les fonctions animales, et il a constaté qu'ils présentent des propriétés non-seulement différentes, mais opposées. Il a fait plus de deux cents expériences avec la morphine, la narcéine, la codéine, la narcotine, la papavérine et la thébaïne. Ces recherches ont démontré que, parmi ces six principes, trois seulement provoquent le sommeil : ce sont la morphine, la narcéine et la codéine. Les trois autres n'ont pas d'action soporifique ; ils jouissent d'un pouvoir soit excitant, soit toxique, qui tend plutôt à contrarier ou à modifier l'effet narcotique des précédents. Dans l'ordre soporifique, la narcéine est au premier rang, la morphine au second et la codéine au troisième. Comme excitant, la thébaïne a plus

à effets, dit M. Sédillot, est une loi sans laquelle aucune science, aucune observation, aucun ordre ne seraient possibles. L'homme, malgré l'extrême complexité des causes de ses manifestations physiologiques et pathologiques, n'y fait pas exception. Ce qui a eu lieu une fois, dans des circonstances données, se représentera constamment dans les mêmes circonstances, et le changement des conditions étiologiques est la seule raison des modifications fonctionnelles. Ce point de départ fondamental est indispensable au médecin, dont l'esprit hésite et le jugement se trouble s'il n'est pas assuré de la constance des faits soumis à ses investigations. Sans doute l'analyse à laquelle il se livre est difficile, mais quelle qu'en soit la complexité, le plus perspicace, le plus attentif et le plus persévérant y fera chaque jour des découvertes, avec l'espoir de les multiplier encore et d'amener la clarté et l'évidence là où tout était ténèbre et confusion. » (*Contributions à la chirurgie*, t. I préface.)

d'énergie que la narcotine, et celle-ci en a plus que la codéine. Enfin, quant à la puissance toxique, M. Bernard les dispose dans l'ordre suivant, en commençant par le plus vénéneux : thébaïne, codéine, papavérine, narcéine, morphine, narcotine. On voit que l'auteur de ces recherches ne s'est pas contenté de caractériser les différences d'action propres aux alcaloïdes de l'opium, mais qu'il a mesuré aussi le degré de l'intensité avec laquelle chacun d'eux manifeste le genre d'activité physiologique ou thérapeutique qui lui appartient.

Ces études ont été reprises tout dernièrement par M. Rabuteau. Cet observateur a examiné l'action des alcaloïdes de l'opium sur la sensibilité et sur l'intestin, et il les a expérimentés méthodiquement sur l'homme aux hôpitaux de la Charité et de la Pitié. L'ordre dans lequel on peut ranger les divers principes de l'opium, au point de vue de leur activité, n'est pas le même chez l'homme et chez les animaux. Ainsi M. Rabuteau a vu que la morphine, qui est relativement peu toxique chez ces derniers, l'est au premier chef chez l'homme. La narcéine fait mieux dormir les bêtes que la morphine, tandis que c'est l'inverse pour nous ; cependant la première, quoique moins efficace que la seconde, quant à l'analgésie (suppression de la douleur) et à l'hypnotisme (production du sommeil), paraît devoir lui être préférée en thérapeutique. La narcéine provoque, à la dose de 25 centigrammes, un sommeil calme et réparateur, suivi d'un réveil après lequel on n'éprouve aucun des troubles qui suivent l'ingestion de la morphine, tels que lassitude et dégoût. Elle doit être préférée aussi comme analgésique, car en abolissant la

douleur chez les malades, elle y détermine un état de bien-être précieux; rien n'est meilleur pour les névralgies par exemple. Enfin la narcéine et la morphine ont une propriété qui explique les effets si connus de l'opium dans les flux intestinaux.

Ces travaux montrent une fois de plus combien la thérapeutique profite de la chimie, et quelle constante liaison il y a entre le perfectionnement de l'une et le progrès de l'autre. Tant que l'opium fut un mystère pour les chimistes, il en fut un aussi pour les médecins. Le jour où la matière de cette drogue complexe fut décomposée en un certain nombre de principes bien définis, et où la nature du mélange fut établie avec certitude, ce jour-là il devint possible de décomposer, non plus la matière, mais la force physiologique de l'opium, et de la ramener à un petit nombre d'énergies distinctes. Aujourd'hui, grâce aux travaux de M. Bernard et de M. Rabuteau, les médecins se rendent compte des tâtonnements de l'ancienne thérapeutique concernant l'emploi des opiacés, et ils ont désormais le pouvoir d'agir avec certitude sur telle et telle fonction, en administrant tel et tel alcaloïde pur dont les propriétés sont connues.

En joignant à l'influence de la morphine ou de la narcéine celle du chloroforme, on donne encore naissance à des phénomènes très-curieux. M. Bernard avait déjà vu que l'anesthésie chloroformique se prolonge chez les animaux lorsque ceux-ci ont pris de l'opium. M. Nussbaum, ayant pratiqué une injection sous-cutanée d'acétate de morphine chez un malade qu'il opérait et qui était soumis à l'action du chloroforme, vit que l'opéré ne se réveilla pas comme d'ordinaire et dormit

tranquillement pendant douze heures. Durant ce sommeil, il était insensible à la douleur. MM. Goujon et Labbé ont vérifié et appliqué ce fait dans leur pratique, et reconnu qu'en associant des doses faibles de chloroforme et d'un sel de morphine on détermine pour plusieurs heures une insensibilité complète sans qu'il y ait nécessairement sommeil. M. Rabuteau a exécuté enfin l'expérience que voici. Un chien à qui on avait donné 5 centigrammes de narcéine, et qui fut ensuite endormi par le chloroforme, ne sentait plus rien au réveil. Il marchait dans le laboratoire, reconnaissait la voix qui l'appelait, mais était totalement privé de l'usage de son système nerveux sensitif. On pouvait le pincer, le piquer, lui marcher sur les pattes sans qu'il manifestât la moindre souffrance. Cet état extraordinaire chez un animal parfaitement éveillé, dura plusieurs heures; le lendemain la sensibilité était revenue.

Du chloroforme au chloral la transition est naturelle. Le chloral, qui fut découvert en 1832 par MM. Dumas et Liebig, diffère de l'alcool ordinaire par du chlore en plus et de l'hydrogène en moins[1]. Pendant près de quarante ans, cette substance reste sans emploi; on n'en soupçonne pas les propriétés physiologiques. Enfin, en 1868, un chimiste allemand, M. Liebreich, se rappelant que le chloral peut être dédoublé par les alcalis en chloroforme et en acide formique, se demande si un semblable dédoublement n'aurait pas lieu dans l'organisme vivant aussi bien que dans une cornue de laboratoire. Il tente l'expé-

[1] Ce corps peut être considéré comme de l'aldéhyde trichloré. Les chimistes le représentent par la formule C^2HCl^3O.

rience, et la nature lui répond par une affirmation éclatante. Le chloral se décompose dans l'économie au contact des alcalis du sang; il y engendre du chloroforme, mais avec une telle lenteur que le sommeil provoqué peut durer plusieurs heures. Ce sommeil, moins profond et plus calme que celui qu'on obtient avec le chloroforme, a de plus cet avantage de pouvoir être prolongé sans inconvénient avec de nouvelles doses du composé anesthésique. Le succès du chloral a été rapide. Depuis 1832 jusqu'en 1868, on en avait préparé quelques kilogrammes pour les besoins de la science; aujourd'hui les fabriques de Berlin, à elles seules, en livrent au commerce 100 kilogrammes par jour. Cette vogue est justifiée et durera, d'autant plus que le chloral n'est pas seulement pour la médecine ce que le chloroforme est pour la chirurgie. Il diminue notablement le pouvoir excito-moteur de la moelle épinière, et à ce titre il rend des services remarquables dans le traitement de plusieurs affections; mais c'est surtout pour calmer les atroces et persistantes douleurs, comme celles du rhumatisme aigu, qu'on l'emploie chaque jour.

Le pavot renferme plusieurs alcaloïdes dont les actions respectives ne se ressemblent point. Diverses plantes présentent la même complexité au point de vue thérapeutique; d'autres, au contraire, comme la ciguë et la belladone, ne contiennent qu'un seul alcaloïde. La cicutine, extraite de la ciguë, et l'atropine, retirée de la belladone, ont fait depuis peu de temps l'objet de recherches intéressantes. MM. Martin Damourette et Pelvet, qui ont étudié la ciguë, ont vérifié par l'expérimentation l'exactitude des détails histo-

riques qui nous sont parvenus sur les symptômes qu'éprouva Socrate après avoir avalé le mortel breuvage [1]. L'atropine a ouvert une voie nouvelle au traitement des maladies des yeux, grâce à la curieuse propriété qu'elle possède de dilater la pupille de l'œil lorsqu'on l'instille dans cet organe ou lorsqu'on l'ingère par les voies habituelles. Une quantité infinitésimale de ce principe actif suffit pour déterminer presque immédiatement ce phénomène, dont M. Harley a le premier signalé l'importance. La connaissance précise des effets de l'atropine, qui agit d'ailleurs sur tout le système nerveux, permet d'expliquer les circonstances étranges, entre autres le délire extraordinaire, dont parlent les anciens auteurs en décrivant certains empoisonnements par la belladone.

Il existe une substance qui exerce sur l'appareil de la vision une influence diamétralement opposée à celle de l'atropine; c'est la *fève de Calabar*, dont les propriétés ont été découvertes en 1863 par un habile médecin d'Édimbourg, M. Fraser. Cette graine (ou

[1] « Quand on lui apporte le poison, Socrate demande ce qu'il a à faire. Rien autre chose, répond le geôlier, que de te promener après avoir bu, jusqu'à ce que la pesanteur te vienne dans les jambes. Il boit et se promène, et, quand il sent ses jambes fléchir, il se couche sur le dos.

« En même temps, celui qui lui avait apporté le poison le touchait, et après un certain temps, regardait ses pieds et ses jambes ; ensuite, pressant fortement un des pieds, il lui demandait s'il le sentait. Socrate disait que non. Après cela, il lui pressait encore le bas des jambes, et remontait ainsi, il nous montrait que le corps se refroidissait et se roidissait. Il touchait toujours et dit : Quand cela viendra au cœur, il s'en ira. Déjà presque tous les environs du bas-ventre étaient refroidis. Là Socrate dit encore quelques mots, puis il éprouve une convulsion et meurt. » (Platon.)

plutôt l'alcaloïde qu'elle contient, et qui a été isolé en 1865 par un chimiste français, M. Vée) détermine une contraction, un resserrement si énergique de la pupille de l'œil, que cet orifice s'oblitère presque complétement. La constriction pupillaire atteint son maximum environ une heure après l'ingestion de la substance active, et persiste environ trois heures, puis elle disparaît lentement. Cette action sur les muscles qui président aux mouvements de l'iris dépend de l'excitation d'un nerf particulier. L'atropine paralyse ce nerf, ce qui provoque une dilatation de la pupille. Il y a donc antagonisme entre le principe actif de la fève de Calabar et l'atropine, et l'expérience démontre que les effets de l'une annulent ceux de l'autre. Les ophthalmologistes commencent à utiliser ces propriétés.

On voit que chaque alcaloïde, indépendamment d'une action générale sur l'économie, en a une plus spéciale sur un certain système ou un certain organe. Or la digitale est un poison ou un remède du cœur. Après Cullen, qui avait pourtant si bien marqué la véritable utilité de ce remède, il ne fut guère employé que comme diurétique. Dans ces dernières années seulement, M. Traube, professeur à Berlin, et M. Hirtz, professeur à Strasbourg, ont repris l'étude de ce végétal, et remis en lumière, par des expériences et des faits cliniques, l'importance de l'action qu'il exerce sur la circulation et la chaleur de l'économie. Grâce au pouvoir qu'il a de ralentir les battements du cœur et par suite de refréner les mouvements du sang, cet agent est salutaire dans toutes les maladies, surtout dans celles d'un caractère fébrile, où il faut modérer l'acti-

vité du feu intérieur. La digitale doit ces propriétés à une matière qui jusqu'ici n'avait pu être isolée complétement. On n'en savait retirer qu'une substance amorphe, jaunâtre et complexe, d'une énergie variable. Il y a quelques mois, un chimiste habile, M. Nativelle, est parvenu à en extraire un principe d'une composition bien définie, en fines aiguilles cristallines, blanches, extrêmement amères, et qui est la vraie digitaline. L'Académie de médecine a décerné un prix extraordinaire à l'auteur de cette découverte. La digitaline préparée par le nouveau procédé est tellement active qu'à la dose d'un quart de milligramme seulement, chez l'homme, elle agit sur les mouvements du cœur, et qu'à celle de 5 milligrammes elle donnerait la mort. D'autre part, cet effet est si caractéristique et si sûr que, lorsque la digitaline existe dans un mélange en si petite quantité qu'on ne l'y puisse déceler par des réactions chimiques, on a un moyen infaillible de l'y reconnaître en examinant l'action du mélange sur le cœur d'une grenouille. C'est l'artifice auquel on eut recours, il y a quelques années, dans une affaire fameuse d'empoisonnement par la digitaline. Les médecins emploient aussi depuis peu de temps un autre alcaloïde, la vératrine, qui, comme le précédent, exerce une action énergique sur les fibres musculaires et surtout sur celles du cœur, et rend des services dans les inflammations des organes intérieurs, surtout dans la fluxion de poitrine.

Il convient de dire ici quelques mots de l'*eucalyptus globulus*, dont on parle tant depuis quelques années. L'eucalyptus, apporté récemment d'Australie par M. Ramel dans le midi de l'Europe, où il s'accli-

mate très-bien, est un arbre gigantesque de la famille des myrtacées. Il contient une huile volatile qui communique aux feuilles et à l'écorce des propriétés qui sont mises à profit depuis peu en thérapeutique, grâce aux efforts de plusieurs médecins français et surtout de M. Gimbert. L'essence d'eucalyptus émousse la sensibilité réflexe de la moelle épinière, et par là calme la toux et l'oppression dans un grand nombre de maladies pulmonaires. Par l'action qu'elle exerce sur les muqueuses, elle mérite une place au premier rang des agents de la médication anticatarrhale. Prosper Mérimée, qui a passé les dernières années de sa vie à Cannes, y fumait d'habitude des cigarettes d'eucalyptus et paraissait en éprouver un grand soulagement. Outre cette essence, l'arbre australien renferme un principe amer, très-efficace contre les états morbides intermittents, surtout contre les fièvres paludéennes. Dans l'Amérique du Sud, en Espagne, en Corse, en Algérie, en Roumanie, l'infusion d'eucalyptus commence en effet à jouir d'une certaine vogue comme fébrifuge, et on y a recours avec d'autant plus d'empressement qu'elle triomphe souvent de cas rebelles à l'action du quinquina. Une heureuse salubrité est d'ailleurs l'apanage des contrées où ce végétal est très-répandu. Les émanations balsamiques qu'il exhale constamment parfument l'air et l'épurent. Les voyageurs et les médecins qui en ont étudié de près l'économie physiologique sont convaincus qu'il pourrait être employé avantageusement pour assainir les pays marécageux où la fièvre est endémique, non-seulement en modifiant l'atmosphère, mais encore en desséchant le sol et en y empêchant le développement de

la végétation aquatique d'où naissent les miasmes.

Les médicaments nouveaux dont il vient d'être question sont tous des composés organiques, c'est-à-dire provenant plus ou moins directement des substances végétales ou animales. La thérapeutique emploie aussi un grand nombre de médicaments minéraux. Il en est peu parmi ces derniers dont l'introduction dans la pratique soit de date récente. L'un d'entre eux cependant, à peine employé il y a quelques années, a pris depuis peu dans le traitement des maladies nerveuses une place très-importante : c'est le bromure de potassium. Ce sel, dont les physiologistes avaient reconnu l'action hyposthénisante sur les nerfs et les vaisseaux, a été adopté récemment par les praticiens comme un remède contre les affections nerveuses et surtout contre l'épilepsie. Administré à la dose de plusieurs grammes par jour, il exerce l'action sédative la plus marquée sur cette terrible névrose ; s'il ne la guérit pas complétement, il détermine du moins une rémission prolongée des accidents, et toujours il calme les secousses, les soubresauts et l'irritabilité des malades. Les observations faites en Angleterre et en France, sur une grande échelle, depuis sept ou huit ans, ne laissent pas de doute sur la réalité de ce résultat. Un autre médicament minéral, employé depuis longtemps, l'acide arsénieux, est devenu, grâce aux derniers travaux de M. Magitot, un des agents les plus sûrs de la thérapeutique dentaire : il jouit de la singulière propriété de provoquer la réparation de l'ivoire.

Les faits qui viennent d'être cités attestent une féconde activité des études de thérapeutique scientifique

urant ces dernières années, et ils constituent la meilleure réponse qu'on puisse opposer au scepticisme en matière de médecine. Sans se bercer d'illusions, on peut croire que ce progrès ne s'arrêtera point. Nous n'en voulons pour preuve que l'ardeur réelle avec laquelle ces recherches sont aujourd'hui poursuivies dans tous les pays. Ainsi que le dit M. Rabuteau, nous ne pouvons plus nous contenter de savoir qu'un médicament guérit, nous voulons savoir aussi comment il opère [1]. Ce genre de curiosité s'est emparé de presque tous les médecins, et ceux même qui ne semblent pas croire que la thérapeutique mérite le nom de science font volontiers des essais pour apprendre à mieux connaître le mécanisme des actions médicamenteuses.

Existe-t-il un rapport entre la nature chimique des corps et le degré de leur pouvoir toxique et thérapeutique? Il est permis aujourd'hui de répondre à cette question d'une manière affirmative. Depuis longtemps on avait fait à ce sujet quelques remarques empiriques. Ainsi on savait que les sels des métaux lourds sont plus actifs que ceux des métaux légers, que les sels de plomb et de mercure ont des propriétés vénéneuses, tandis que les sels de soude et de magnésie sont relativement innocents; mais il n'y avait là qu'une comparaison sans rigueur. C'est M. Rabuteau qui a formulé la relation générale entre l'énergie physiologique des

[1] *Éléments de thérapeutique et de pharmacologie*, in-8°, 1873, préface. — Cet ouvrage remarquable est le premier traité de thérapeutique scientifique qui ait été publié. Il résume, avec un rare mérite, les travaux les plus récents touchant l'action et l'utilité des substances médicamenteuses.

composés minéraux et leur nature chimique. L'énergie des sels métalliques solubles est en raison directe du poids atomique du métal contenu dans le sel. Les poids atomiques des métaux étant en raison inverse des chaleurs spécifiques, la loi de M. Rabuteau peut encore être énoncée sous cette forme : les métaux sont d'autant plus actifs que leur chaleur spécifique est plus faible. La loi est la même pour les métalloïdes de la famille de l'oxygène; elle est inverse pour ceux qui sont congénères du chlore et pour ceux de la classe de l'arsenic. L'infatigable investigateur a entrepris, il y a six ans, des expériences, constamment poursuivies jusqu'à ces derniers temps, pour établir ces lois, dont l'Académie des sciences a consacré la découverte par une récompense éclatante. Il est aisé d'en apprécier l'intérêt pratique. Lorsqu'un médecin aura désormais à choisir entre divers sels, il lui suffira, pour en connaître immédiatement les activités respectives, et par suite pour en déterminer les doses, de consulter une table des poids atomiques. Lorsqu'un physiologiste voudra éprouver l'action d'un composé métallique, il pourra en prédire l'intensité relative et régler en conséquence ses expérimentations. Quand, il y a quelques années, on essaya sur les animaux l'influence des sels de thallium, un des métaux que l'analyse spectrale venait de révéler, on fut tout surpris de constater que ces sels, si ressemblants d'ailleurs à ceux de soude et de potasse, étaient néanmoins fortement toxiques. C'est que le poids atomique du thallium est très-élevé; sa puissance vénéneuse est donc en parfait accord avec la loi de M. Rabuteau.

Le perfectionnement de l'art médical est ainsi lié

de la façon la plus étroite au progrès de nos connaissances sur l'action réelle des substances toxiques et médicamenteuses. Pour étendre ces connaissances, il faut suivre l'exemple et les méthodes de M. Bernard dans l'examen des effets produits sur les tissus animaux. Il importe aussi, comme l'a recommandé M. Dumas, d'essayer l'action de toutes ces substances nouvelles que crée depuis quelque temps la chimie organique et dont plusieurs recèlent certainement des vertus médicinales. L'étude de ces effets est très-délicate, et il est nécessaire que les savants qui l'entreprennent puissent manier avec une égale habileté les instruments de la physique, de la chimie et de la physiologie. Il ne s'agit pas seulement d'analyser les symptômes apparents provenant du dérangement des organes, de discerner les parties atteintes et de déterminer le genre d'altération qu'elles ont éprouvé, il est indispensable de rechercher les changements survenus dans la composition immédiate des sécrétions et des excrétions, ainsi que les voies et les modes d'élimination de la substance active, enfin de mesurer les changements de température, de pression, de force musculaire, etc., par lesquels se traduit l'action thérapeutique. Pour mener à bonne fin une investigation aussi complexe, on se sert des instruments ordinaires de la vivisection, d'appareils enregistreurs, la plupart inventés par M. Marey, de réactifs chimiques, de microscopes, de spectroscopes, de polariseurs. Bref, toutes les sciences fournissent leur tribut au physiologiste désireux de donner à son tour au médecin des préceptes thérapeutiques d'une application sûre.

Telles sont, du côté de la physiologie, les légitimes

espérances de la thérapeutique. Elle a le droit d'en concevoir d'aussi belles du côté de la chimie. Cette dernière, qui a rendu déjà tant et de si grands services à l'art de guérir, lui en rendra un dernier et le plus désirable de tous, celui de créer artificiellement les principes actifs qu'on est obligé encore aujourd'hui d'extraire des végétaux. La préparation des alcaloïdes au moyen des plantes est si longue, si dispendieuse, et peut être entravée dans certaines conjonctures d'une façon si préjudiciable aux intérêts de la santé publique, que les chimistes doivent s'appliquer à rendre désormais inutiles ces opérations d'un art grossier. La connaissance de la structure intime des molécules est assez avancée, la puissance des méthodes de synthèse est assez parfaite pour qu'il ne soit pas téméraire d'entreprendre une pareille besogne. On reproduit de toutes pièces, dans les vaisseaux d'un laboratoire, les acides, les essences et les graisses des végétaux; on en prépare, au moyen de réactions nettes, les parfums pénétrants et les vives couleurs; pourquoi ne découvrirait-on pas le secret de la formation de ces principes subtils, bienfaisants ou terribles selon les cas, qui tantôt rétablissent la santé compromise, tantôt éteignent la flamme de la vie? Il est vrai que les essais tentés jusqu'ici dans cette direction n'ont pas été couronnés de succès; du moins la médecine n'en a tiré aucun profit. C'est en poursuivant des recherches sur les moyens d'obtenir artificiellement la quinine et en étudiant dans ce sens la toluidine que M. Perkin découvrit, en 1856, au lieu du précieux médicament qu'il cherchait, un composé rouge qui est devenu la source des couleurs d'aniline.

Cet échec, d'un genre singulier, ne doit pas décourager les investigateurs; une gloire durable est réservée à celui qui réussira là où M. Perkin n'a pas réussi.

Il est permis aussi de penser, comme le faisait remarquer dernièrement M. A.-W. Hoffmann, qu'il en sera désormais de la thérapeutique comme de la teinture. Aujourd'hui on ne cherche plus, comme autrefois, à obtenir les diverses nuances par des mélanges mécaniques de plusieurs matières colorantes. C'est le même principe qui, suivant la couleur qu'on veut obtenir, est soumis à une transformation chimique déterminée; c'est la même molécule qui, modifiée dans sa structure profonde par des réactifs appropriés, devient successivement rouge, bleue, verte, violette. Celui qui observe d'un œil attentif l'influence de la chimie sur toutes les industries ne doute pas de la réalisation d'un progrès analogue dans d'autres directions; il a la confiance que la thérapeutique parviendra un jour à modifier à son gré les propriétés des principes médicamenteux, non plus au moyen de mélanges dans la fiole du pharmacien, mais à l'aide de métamorphoses précises et déterminées, opérées dans l'intimité même de la molécule du principe actif. Des expériences récentes de MM. Crum-Brown et Fraser ont inauguré brillamment ce genre de recherches.

La thérapeutique a tiré parti et pourra de plus en plus bénéficier des travaux de la physique. L'application de l'électricité, de la chaleur, du froid, du magnétisme, de la lumière, au traitement des maladies en est encore au rudiment, quoique des résultats importants aient déjà été obtenus. Il faudra étudier avec un

soin rigoureux l'action de ces forces diverses sur l'économie humaine. Ces forces elles-mêmes ne sont-elles pas étroitement liées au milieu cosmique dans lequel nous vivons, milieu soumis aux conditions générales de la mécanique céleste? C'est dire que le progrès de l'art médical n'est pas indépendant de celui des recherches touchant les rapports de l'organisme avec les agents qui semblent ne l'atteindre qu'à peine.

C'est ainsi que l'histoire nous montre toutes les sciences réagissant continuellement les unes sur les autres et se perfectionnant par de réciproques et profondes influences. C'est ainsi qu'elles se soutiennent et sont inséparables, et que toutes ensemble donnent finalement à l'art de guérir aussi bien qu'aux autres genres d'industrie une puissance et une sûreté croissantes. Telle est la vertu des spéculations et des expériences méthodiques entreprises sans aucun souci d'utilité; mais, précisément parce que cette évolution multiple et laborieuse s'accomplit, à l'insu même de ceux qui en sont les ouvriers, sous l'influence d'un petit nombre d'idées générales dont la philosophie est la source permanente, il arrive, par une juste et admirable réaction, que les sciences fécondées par la philosophie la fécondent à leur tour. [1]

[1] Il convient de compléter ces renseignements en signalant les travaux qui ont conduit récemment M. Rabuteau à proposer et à recommander le *protochlorure de fer*, comme le sel de fer le plus facilement absorbable et le mieux approprié au traitement des maladies nombreuses où les ferrugineux sont indiqués.

LES RÉGÉNÉRATIONS ET LES GREFFES ANIMALES[1]

Les recherches scientifiques entreprises avec la méthode expérimentale sont généralement de nature soit à perfectionner la conception doctrinale du monde, soit à provoquer d'utiles applications dans le domaine des arts et de l'industrie. Quelquefois elles réunissent ces deux avantages. La question toute récente des régénérations et des greffes animales offre au plus haut point ce double intérêt. Elle éclaire les théories physiologiques, elle fournit des ressources nouvelles à la pratique médicale; mais elle a encore un autre caractère singulièrement remarquable, c'est que les résultats déterminés qu'elle nous procure concourent à la fois à vérifier les intuitions les plus hardies du génie philosophique d'autrefois, et à justifier les espérances les plus audacieuses des naturalistes qui croient à la toute-puissance de l'homme dans l'avenir. C'est ce que nous nous proposons de montrer succinctement.

I

On ne connaissait guère, au commencement du

[1] *Revue des deux mondes* du 15 décembre 1872.

XVIII[e] siècle, en fait de reproduction d'organes chez les animaux, que l'exemple de la queue du lézard, qui repousse lorsqu'elle a été coupée. Du moins les savants n'en connaissaient pas d'autres, ou plutôt ils niaient, ils mettaient au nombre des fables les assertions des pêcheurs concernant la régénération des membres des écrevisses, des homards, etc. Réaumur résolut, en 1712, de contrôler ces fables, et entreprit des expériences. « Ayant eu occasion, dit-il, d'examiner des côtes de la mer qui sont remplies d'une infinité de crabes, animaux qui tiennent quelque chose du genre des écrevisses, je ne pus m'empêcher de soupçonner que les savants avaient tort ici et que le peuple avait raison. » Réaumur prit des homards, des crabes, leur enleva un ou plusieurs membres, et renferma les animaux ainsi mutilés dans des réservoirs en communication avec l'eau de la mer. Au bout de quelques mois il vit, non sans surprise, que de nouvelles jambes occupaient la place de celles qui avaient été enlevées. Il répéta ses observations sur des écrevisses, et décrivit, avec l'exactitude qui l'a rendu célèbre, le mécanisme de ces régénérations.

Trente ans plus tard, Abraham Trembley, se promenant à la Haye autour d'un lac, y aperçut de petits filaments verts munis d'appendices et semblables à des végétaux. Pour savoir s'il avait affaire en effet à des plantes, il en coupa un en plusieurs morceaux. Les parties séparées reproduisirent bientôt chacune un individu complet, et ces individus se mouvaient, changeaient de place, saisissaient avec leurs bras des insectes pour les introduire dans leur cavité digestive. C'étaient des polypes d'eau douce, de véritables ani-

maux. Trembley reconnut qu'en coupant un de ces polypes en deux, la tête reproduit la queue, et la queue reproduit la tête. Il en coupa deux longitudinalement et les greffa; au lieu d'un polype à huit bras, il en eut un à seize. Charles Bonnet répéta, peu de temps après, les expériences de Trembley sur la reproduction du polype, et en fit de nouvelles sur un ver d'eau douce qu'on appelle *naïade*. Il observa que ce ver régénère, comme le polype, celles de ses parties qui ont été enlevées. Il fit des essais semblables sur le ver de terre, et, à son grand étonnement, il trouva que cet animal si compliqué, qui a tant d'anneaux, et à chaque anneau des organes délicats de locomotion, qui a des appareils de digestion, de génération, etc., possédait aussi la faculté de reproduction. Si on lui enlève des tronçons considérables du corps, soit du côté de la tête, soit du côté de la queue, ces fragments se régénèrent en peu de temps. Bonnet vit ainsi un ver repousser successivement douze têtes. — Spallanzani, presque à la même époque, alla plus loin que le célèbre naturaliste de Genève. Il coupa les cornes et même une partie de la tête du limaçon à coquille, et les vit se reproduire; il coupa les pattes et la queue de la salamandre aquatique, et en observa pareillement la reproduction. Ce dernier fait, plus extraordinaire que tous les précédents, excita la surprise générale. En effet, la patte et la queue de la salamandre renferment des os, des nerfs, des muscles, dont la régénération paraissait impossible. On avait bien vu renaître la queue enlevée du lézard terrestre, mais sans vertèbres osseuses. La queue de la salamandre, au contraire, repoussait avec toute sa charpente osseuse, et dans

ses dimensions primitives. L'infatigable expérimentateur italien fit voir aussi qu'on peut recouper plusieurs fois les jambes et les queues des salamandres, et reproduire ainsi à maintes reprises le même organe avec la même vitalité.

Ces expériences mémorables de Réaumur, Trembley, Bonnet, Spallanzani, sur la régénération des animaux, et dont Leibniz avait depuis longtemps pressenti les résultats, firent une impression profonde sur l'esprit de Buffon. Il n'y vit pas seulement des faits très-curieux pour l'histoire naturelle, il pensa, comme Bonnet, qu'elles confirmaient des conceptions d'un ordre très-élevé. Il y trouva une merveilleuse démonstration de cette idée de Leibniz, que les êtres animés sont composés d'une infinité de petites parties plus ou moins semblables à eux-mêmes, c'est-à-dire que la vie réside non pas dans le tout, mais dans chacun de ses éléments invisibles, ou encore, pour employer une expression de Bordeu, que la vie générale n'est que la somme d'une multitude de vies particulières. C'est une grande époque dans l'histoire des sciences que celles où l'observation, vérifiant les intuitions du génie, démontra par de si surprenants spectacles cette composition de l'individu organisé telle que chacune des molécules vivantes qui le constituent a en soi un principe d'activité et de développement individuel. Quelque rectification qu'il faille apporter à la manière dont Buffon et Bonnet, après Leibniz, ont développé cette doctrine, elle reste dans sa teneur essentielle le point de départ d'une évolution féconde pour la biologie et l'expression vraie de la réalité.

Les expériences qu'on vient de citer ont été sou-

vent répétées et ingénieusement variées par les naturalistes. Des petits vers d'eau douce, auxquels on a donné le nom de planaires, ont fait l'objet des études de plusieurs savants, entre autres de Draparnaud, de Moquin-Tandon et de Dugès. Ce dernier partagea, soit en travers, soit longitudinalement, de nombreux individus des plus grandes espèces, et il vit, en douze ou quinze jours en hiver, en quatre ou cinq jours en été, chaque tronçon se compléter, la tête engendrer un suçoir et une queue, celle-ci engendrer une tête et un suçoir, et le tronc du milieu tantôt conserver, tantôt perdre son suçoir pour le reformer, ainsi qu'une tête et une queue. Aussitôt après la division, la blessure se resserre, le pourtour s'arrondit en bourrelet, le centre montre cependant la pulpe à nu, et c'est sur ce centre qu'apparaissent les premiers linéaments des parties régénérées. Un individu partagé donne ainsi naissance à plusieurs autres, dont la taille, d'abord proportionnelle à la dimension du tronçon, ne tarde pas à égaler celle de l'individu primitif. Plus récemment, M. Vulpian a amputé la queue d'un têtard de grenouille encore contenu dans l'œuf, et l'a placée dans l'eau. Cet embryon de queue y a vécu, et s'y est développé en suivant toutes les phases de son existence embryonnaire. Arrivé à l'état de parfaite organisation, il a cessé de vivre. Il n'y a pas longtemps, M. Philippeaux a constaté une complète régénération de la rate chez des animaux auxquels on avait pratiqué l'ablation de cet organe.

M. Charles Legros, qui a entrepris dans ces dernières années beaucoup d'expériences intéressantes sur les régénérations, a découvert que le temps joue

un grand rôle dans ces phénomènes. La queue des lézards se reproduit rapidement quant à sa forme extérieure : en deux ou trois mois, l'organe amputé reparaît avec sa longueur et son volume habituels; seulement l'intérieur ne ressemble pas à celui des queues normales, il renferme des nerfs, des muscles et des vaisseaux, mais point de vertèbres. Cette texture persiste pendant longtemps, et les naturalistes en avaient conclu que les os de la queue du lézard ne se régénèrent point. M. Legros a suivi les progrès du développement intérieur de cet organe pendant plusieurs années, et il y a observé, au bout de deux ans, l'apparition des vertèbres. Ce savant opérait sur des lézards verts. La queue régénérée restait grise pendant très-longtemps, et ne prenait la couleur du reste du corps qu'au commencement de la troisième année. Une autre fois, M. Legros coupa, au début de l'hiver, la queue d'un loir. La plaie forma une sorte de bourrelet qui s'allongea, se couvrit de poils, et atteignit à peu près la longueur de la queue ancienne, qu'il dépassait en grosseur. Malheureusement l'hibernation de l'animal fut incomplète, il se réveillait souvent, et mourut au bout de trois mois. La régénération des parties intérieures de l'organe n'avait pu se faire complétement.

A ces observations récentes il faut joindre celles qu'a faites tout dernièrement M. Chantran sur l'écrevisse. Cet habile et patient observateur a reconnu que chez l'écrevisse les antennes repoussent pendant le temps qui sépare une mue de la suivante, c'est-à-dire pendant un temps qui varie de six semaines à six mois, selon l'âge de l'écrevisse. Les pattes et les

lamelles de la queue se régénèrent aussi, mais beaucoup plus lentement. La reproduction est d'autant plus longue que l'animal est moins jeune. Chez les écrevisses âgées de moins d'un an, tous les membres enlevés se reforment en soixante-dix jours environ. Chez les adultes mâles, la régénération complète exige de dix-huit mois à deux ans, et chez les femelles, de trois à quatre ans. Enfin M. Chantran a découvert, l'année dernière, un phénomène bien autrement singulier. Il a constaté que les yeux de l'écrevisse se régénèrent lorsqu'on les enlève, et que parfois à la place d'un œil arraché il en repousse deux.

Voilà ce que l'expérience a établi concernant la reproduction des membres et des organes chez les animaux. Il faut examiner maintenant comment se régénèrent les tissus. Tous les tissus qui ont été détruits chez l'adulte — peau, nerfs, muscles, os — sont susceptibles de se régénérer, et ils se régénèrent en parcourant une série de phases identiques à celles de leur développement embryonnaire, de leur génération proprement dite. C'est la même force qui les a fait naître et qui les reproduit. Dans tous les cas, les éléments du nouveau tissu se produisent exactement comme ceux de l'ancien, et ces phénomènes, nullement extraordinaires ou exceptionnels, attestent une fois de plus l'unité et la simplicité des mécanismes physiologiques.

L'épiderme se régénère avec la plus grande facilité. Il repousse comme les cheveux et comme les ongles. C'est le même tissu. Le cristallin de l'œil, qu'on peut rapprocher de la substance épidermique, se reproduit aussi lorsqu'il a été enlevé. C'est ce qui résulte du

moins des expériences très-nombreuses de M. Milliot exécutées sur des chiens et des lapins. Ce physiologiste a observé constamment qu'en pratiquant sur ces animaux l'ablation de cette lentille biconvexe qui est un des principaux organes de l'appareil visuel, elle était rétablie au bout de quelques mois. La maladie connue sous le nom de *cataracte* consiste en ce que le cristallin perd sa transparence et devient opaque, de telle sorte que les rayons lumineux ne le traversent plus. Il n'y a de remède à cette affection de l'œil que l'opération dite de la cataracte, laquelle consiste à enlever le cristallin. L'œil ainsi opéré ne recouvre pas la netteté de la vision normale, mais il peut percevoir la lumière et les objets extérieurs beaucoup mieux qu'avec son cristallin impénétrable aux rayons visuels. Le cristallin enlevé en pareil cas chez l'homme ne se régénère point; mais, en poursuivant des recherches du genre de celles de M. Milliot, on peut espérer de découvrir les conditions d'une semblable reproduction qui serait extrêmement précieuse à la chirurgie. — La régénération de la peau s'observe dans toutes les cicatrices ordinaires. Le tissu cicatriciel est formé des éléments anatomiques ordinaires qui constituent le derme, c'est-à-dire surtout de fibres lamineuses ou élastiques. Les vaisseaux rompus ou déchirés, les tendons coupés réparent également avec la plus grande facilité les pertes de substance qu'ils ont éprouvées. Bref, il y a dans tous ces organes une tendance constatée par les chirurgiens de tous les temps à la régénération, une force plastique et rayonnante qui s'exprime par une élaboration continuelle de *blastème*, au sein duquel naissent de nou-

veaux éléments anatomiques pour combler les vides.

La régénération des nerfs a été observée pour la première fois par Michaelis, Cruikshank, Monro et Haighton à la fin du siècle dernier. Bichat en donna, dès 1801, une théorie complète, d'une admirable netteté. Quand la continuité d'un nerf a été interrompue, la portion enlevée peut se régénérer au bout d'un certain temps. Lorsqu'on excise, sur le nerf sciatique par exemple, un segment long de 1 centimètre, on observe d'abord une altération de la substance nerveuse dans les bouts résultant de la section; puis, six semaines ou deux mois après l'opération, on voit partir de l'extrémité d'un des bouts un faisceau grisâtre qui se dirige vers le bout opposé et s'y réunit bientôt. Ce faisceau est composé de tissu lamineux et de tubes nerveux plus grêles que les tubes normaux; mais peu à peu il grossit, il devient plus blanc, ses fibres se perfectionnent, et après un intervalle de quatre à six mois, on a un cordon nerveux de nouvelle formation. Un tel cordon se régénère même lorsqu'on a enlevé une portion de nerf de 6 centimètres de longueur. En même temps que la matière nerveuse se répare, on observe le rétablissement progressif de ses fonctions sensitives, motrices ou mixtes. MM. Vulpian et Philippeaux, qui ont spécialement étudié cette question, ont reconnu que les nerfs séparés définitivement des centres nerveux peuvent, après une période d'altération, recouvrer aussi leur structure et leurs propriétés normales; mais l'expérience la plus instructive de ces physiologistes consiste à souder ensemble les bouts de deux nerfs de fonctions très-différentes, par exemple le nerf moteur de la langue avec

le nerf pneumogastrique, et à réaliser la communication anatomique et la connexion physiologique de deux cordons qui, dans l'état ordinaire, n'ont ensemble aucun rapport.

C'est en 1867 que M. Legros découvrit la régénération du cartilage, qui jusqu'alors avait été considérée comme impossible. Il fit ses observations sur des chiens et sur des lapins dont il avait largement sectionné le tissu cartilagineux, et au bout de deux mois environ, il observa une régénération complète de ce tissu. C'est le même physiologiste qui a constaté pour la première fois la reproduction du tissu musculaire lisse, c'est-à-dire de celui qui est l'organe des mouvements involontaires tels que ceux de l'intestin. Restait à savoir, pour épuiser la liste des tissus organiques, si les fibres musculaires de la vie animale peuvent réparer, au moyen de fibres identiques, les pertes de substances qu'elles ont éprouvées. C'est à quoi M. Dubrueil put répondre affirmativement l'année suivante. Il coupa sur des cochons d'Inde certains muscles par le milieu, et plusieurs mois après il vit, en examinant l'organe, la complète réunion des parties séparées, il reconnut que la solution de continuité était comblée par une production nouvelle de tissu musculaire. — Ainsi tous les tissus de l'économie animale peuvent se régénérer chez l'adulte, et ces régénérations sont des opérations constamment identiques à celles qui ont pour résultat la formation première et le développement des mêmes tissus dans l'embryon ou le jeune animal.

La connaissance des faits de régénération a été, pour la pratique de l'art, la source d'inventions et de procédés opératoires plus ou moins remarquables,

dont quelques-uns sont encore aujourd'hui à l'étude. Ceux qui concernent la reproduction du tissu osseux ont particulièrement intéressé le public dans ces dernières années. On a su de tout temps que, lorsqu'un os est brisé, la solution de continuité y est comblée, au bout d'un certain temps, par une portion osseuse de nouvelle formation, par une véritable cicatrice osseuse, le *cal*. Ce n'est que vers le milieu du siècle dernier qu'un physiologiste français, Duhamel, et après lui un médecin napolitain établi à Paris, Troja, examinant de près le phénomène du cal, en découvrirent le mécanisme physiologique. Ils crurent s'apercevoir que le principal agent de l'élaboration osseuse est une gaîne mince et fibreuse, appliquée et adhérant fortement tout autour des os, la membrane qu'on appelle le *périoste*[1]. Leurs expériences ne furent ni assez multipliées ni assez saisissantes pour révéler aux chirurgiens le parti qu'on pouvait tirer de la connaissance du rôle ossificateur propre au périoste. L'attention des praticiens ne commença d'être attirée sur ce point que plus tard, vers 1830, par les travaux d'un professeur de Würzbourg, Bernhard Heine. Celui-ci enleva sur des animaux vivants des portions d'os plus ou moins considérables. Dans certains cas, il pratiqua l'ablation de la moitié des os sur lesquels il opérait. Les parties enlevées se reproduisirent au bout de quelques mois, et les membres se rétablirent dans l'état normal.

[1] Les os peuvent être considérés comme formés de trois couches concentriques, engainées les unes dans les autres, — à l'intérieur la *moelle*, puis la *substance osseuse* proprement dite, laquelle est recouverte par le *périoste*.

Plus célèbres encore que ceux de Heine sont les travaux ingénieux et persévérants de Flourens. Les expériences variées de ce savant physiologiste ont définitivement confirmé la réalité des premières observations de Duhamel. « Puisque, dit Flourens, c'est le périoste qui produit l'os, je pourrai donc avoir de l'os partout où j'aurai du périoste, c'est-à-dire partout où je pourrai conduire, introduire le périoste. Je pourrai multiplier les os d'un animal; si je veux, je pourrai lui donner les os que naturellement il n'avait pas. » Entre autres expériences faites pour démontrer la vérité de cette proposition, Flourens imagina de percer un os et d'y introduire un petit tube d'argent. Le périoste engagé dans ce tube s'y épaissit, s'y gonfla et donna naissance à un cartilage qui bientôt devint os. Un habile chirurgien de Lyon, M. Ollier, découpa sur un animal de longues bandelettes de périoste, en les laissant toutefois adhérer à l'os par un pédicule, puis les enroula autour des muscles voisins. Au bout d'un certain temps, ce périoste ossifié avait produit des os circulaires, en spirale, en huit de chiffre, etc., selon la manière dont on avait enroulé la bandelette périostique autour des parties voisines.

Dans toutes ces expériences, on s'est servi d'un périoste muni de la couche très-mince qui lui est adhérente et le sépare de l'os. Or M. Robin a établi que cette couche est formée de cellules osseuses chez l'adulte, et de substance cartilagineuse si l'on opère sur un os en voie de développement. C'est en elle que réside le pouvoir *ostéogène*, et, lorsque le périoste en est privé, il devient impropre à l'ossification. M. Robin et M. Dubreuil ont démontré de plus que du tissu

osseux peut se former sans cartilage préexistant, sans aucune intervention de membrane, et émaner directement d'un os qui en est dépourvu. Ces découvertes, sans destituer le périoste du rôle manifeste qu'il joue dans les régénérations osseuses, en font concevoir le mécanisme d'une façon différente de celle qu'avaient admise les physiologistes. Elles prouvent qu'en réalité, dans les expériences du genre de celles de Duhamel, de Heine, de Flourens, c'est l'os qui engendre de l'os, comme le nerf coupé engendre du nerf. La couche cartilagineuse ou osseuse adhérente au périoste n'est pas autre chose en effet que de l'os en voie de formation, et toutes les fois que, soit par le moyen du périoste, soit par le moyen d'une irritation, on provoque la régénération d'une certaine quantité d'os, c'est qu'on a d'abord réalisé les conditions propres au développement du cartilage. Ces remarques permettent de comprendre et d'apprécier rapidement la valeur des méthodes chirurgicales fondées sur la connaissance de ces faits.

Les affections des os sont nombreuses. Indépendamment des cas où ils sont directement lésés par des projectiles, ils sont sujets à des inflammations, à des tumeurs, à des caries de toute sorte. Ces affections sont longues, en raison de la lenteur des élaborations vitales dans ces organes, mais elles ne sont pas moins destructives et finissent toujours par déterminer une corruption plus ou moins considérable de la substance de l'os. Il faut alors que les matières fournies par l'os malade soient évacuées; il faut que les portions mortifiées soient éliminées. Le membre ne tarde pas à se gonfler, à devenir douloureux. Des parties se percent,

des suppurations s'établissent, et, si l'art n'intervient point, le patient est conduit à une mort douloureuse par l'épuisement. A tant de maux la chirurgie oppose de laborieuses opérations. Elle ouvre les foyers profonds, elle débride les tissus, elle donne issue à ce qui doit sortir, elle modifie les surfaces malades; mais il y a des cas où ni la nature ni l'art ne peuvent plus rien, et où l'os est tellement compromis que l'amputation devient la seule chance de salut pour le malade. C'est dans ces tristes conjonctures que les chirurgiens ont recours aux procédés qui permettent d'obtenir une régénération de l'os détruit par le travail morbide. Le plus utile de ces procédés, dû à M. Sédillot, est l'*évidement.*

L'opération de l'évidement, telle qu'on la pratique depuis les beaux travaux de M. Sédillot, est en soi très-simple. On incise la peau, la chair et le périoste jusqu'à l'os malade ou blessé, et une fois celui-ci mis à découvert, on l'attaque avec la gouge, le ciseau et le maillet. On l'évide, on le creuse de façon à enlever toute la partie malsaine et à respecter toute celle qui n'a pas subi d'altération. Ainsi réduit à ses couches, à ses portions les plus saines, l'os excavé répare peu à peu ses pertes. La matière détruite se régénère, un nouveau tissu osseux remplit les vides pratiqués par la gouge de l'opérateur, et au bout de quelques mois l'organe, qui n'a jamais perdu sa forme, est rétabli dans ses conditions de vitalité ordinaire. Parfois sans doute ce drame, où le chirurgien a aussi, selon la pensée d'Hippocrate, au milieu des souffrances d'autrui ses souffrances particulières, se complique d'une façon imprévue, et des difficultés périlleuses viennent

l'assombrir encore; mais l'art est justement de les prévoir et de les vaincre, et c'est par où le praticien supérieur se distingue de l'autre.

Tandis que M. Sédillot enseigne et démontre qu'il est nécessaire, dans l'intérêt de la régénération osseuse et du rétablissement du membre, de n'éliminer que la partie malade des os compromis et d'en conserver la couche saine adhérente au périoste, quelques chirurgiens veulent qu'on enlève tout, excepté le périoste, c'est-à-dire qu'on en retire l'os à peu près comme on retire le doigt d'un gant. Ils prétendent que cette membrane étant l'agent exclusif de la production des os, ceux-ci peuvent être *réséqués* en totalité et doivent se reproduire complétement du moment qu'elle est ménagée. Deux praticiens distingués, M. Larghi, de Verceil, et après lui M. Ollier, de Lyon, ont préconisé cette façon d'opérer, à laquelle on a donné le nom de méthode des *résections sous-périostées*. La légitimité d'un tel procédé opératoire, après avoir soulevé des doutes parmi les chirurgiens qui eurent occasion d'en entreprendre un examen direct, est aujourd'hui presque unanimement rejetée. Les raisons en sont décisives. Comment admettre en effet que le périoste seul, c'est-à-dire une gaîne molle, sans appui et sans consistance, mise à nu par une opération sanglante, plus ou moins altérée par la dissection, déterminera la reproduction d'un os, avec sa forme et ses dimensions normales, quand il est déjà si difficile d'obtenir sans raccourcissement la consolidation d'une simple fracture? Cette gaîne, perdue au milieu de la masse musculaire, ne sera-t-elle pas exposée à des inflammations de toute sorte, et surtout à l'influence des causes mécaniques

nombreuses qui pourront la déformer et par suite donner lieu à la production d'un os irrégulier, raccourci, impropre à d'utiles services? Telles sont les objections et les craintes qui frappèrent les chirurgiens et les détournèrent des résections sous-périostées. Celles-ci ont permis dans certains cas la régénération de l'os enlevé, mais dans des conditions telles que le membre a perdu toute force et toute mobilité et n'a pu échapper à une suppuration interminable et funeste. Il ne s'agit pas seulement en chirurgie de reproduire des os, il en faut reconstituer d'assez réguliers dans leur forme et d'assez résistants dans leur structure pour assurer les usages des membres. Or un tel résultat n'est atteint qu'en maintenant la régularité et l'immobilité des surfaces, gaînes ou moules, où doivent se déposer et s'agglomérer les cellules du nouvel os. La méthode de l'évidement réalise l'existence de ce moule fixe et invariable en conservant un fourreau d'os dans les meilleures conditions pour provoquer une genèse nouvelle de tissu osseux, tandis que celle des résections sous-périostées attend la régénération de l'organe, d'un périoste sans soutien, détérioré, affaissé et plissé sous l'influence de la contraction musculaire. M. Sédillot, qui a le sentiment le plus exquis de l'antiquité médicale et qui la connaît à fond, n'a pas laissé ignorer que Celse avait déjà, il y a bientôt deux mille ans, proposé l'évidement des os; mais les préceptes de Celse n'avaient pas été reçus dans la pratique. L'illustre chirurgien français a tiré ces préceptes antiques de l'oubli, en a prouvé par des raisons nouvelles l'utilité et l'importance, expliqué les indications et les succès, et a rendu ainsi à la pratique

éclairée et savante de l'art une des plus précieuses ressources contre les redoutables maladies et blessures des os.

II

La vie est une force expansive et pénétrante qui tend à s'emparer de tout ce qui entre dans le cercle de son activité. On vient de voir qu'elle remplit les vides provenant de l'ablation de certaines parties organiques; on va voir maintenant qu'elle gagne, par une opération inverse, les parties qu'on ajoute aux êtres vivants, — car les greffes ne sont pas autre chose que des fragments vivants soudés à un organisme déjà complet. Dans la greffe végétale, la partie greffée ne fait point partie intégrante de l'individu sur lequel elle a été transportée. Elle ne vit point de la même vie. Elle se développe en quelque sorte d'une façon parasite aux dépens de celui-ci — comme le gui sur le chêne, — et que le fragment greffé soit ou ne soit pas de la même espèce que l'arbre auquel on le conjoint, il en reste toujours physiologiquement distinct. Il n'en est pas ainsi chez les animaux.

La greffe animale consiste d'une façon générale à porter sur un point d'un individu une partie prise sur un autre point du même individu ou sur un sujet différent, et à réaliser la connexion de la partie greffée avec l'organisme qui lui sert de support, de manière

qu'elle en devienne complétement solidaire, qu'elle vive de la même vie, qu'elle en suive les destinées physiologiques. On peut ainsi transplanter d'un animal à un autre soit des fragments de tissu, soit des organes tout entiers, soit de simples éléments anatomiques. Les cellules de la choroïde de l'œil, portées sous la peau d'un animal, conservent leur vitalité sur ce nouveau terrain, et y deviennent même le point de départ d'une formation plus ou moins abondante de cellules semblables. La transfusion du sang n'est autre chose que l'introduction de globules rouges empruntés à un organisme dans un organisme différent. Cette opération réussit, même alors que le sang passe d'un individu à un individu d'espèce très-éloignée. Ainsi on peut introduire du sang de mammifère dans les vaisseaux d'une grenouille, et retrouver au bout d'un certain temps chez cette dernière les globules encore vivants et facilement reconnaissables de l'animal supérieur. On greffe sans difficulté dans la crête d'un coq soit des ergots empruntés au même oiseau, soit des dents de mammifère; mais ces faits n'ont jusqu'ici qu'un intérêt de curiosité et ne doivent pas nous arrêter.

On a vu que les os peuvent se régénérer facilement au moyen du périoste. Cette propriété a suggéré à plusieurs expérimentateurs l'idée de transplanter des fragments de périoste dans diverses régions, afin de voir s'ils y donneraient lieu à une formation osseuse. M. Oliler entre autres a montré que la membrane périostique, détachée entièrement de l'os et greffée dans un lieu éloigné, produit par sa face profonde un os nouveau. Il a obtenu une reproduction semblable en greffant, non tout le périoste, mais seulement les cel

lules qui constituent la couche rudimentaire adhérente à cette membrane et qui sont les véritables ouvrières de l'élaboration osseuse. M. Goujon a réalisé des productions osseuses en greffant de la moelle. L'introduction de quelques cellules médullaires sous la peau d'un chien, par exemple, y a déterminé au bout de quelques mois le développement d'un petit os. Les chirurgiens avaient espéré un instant tirer parti de ces faits pour la reproduction des parties osseuses. Quelques-uns prétendent même avoir refait des nez; mais il est établi aujourd'hui que les os provenant de la greffe du périoste ou de la moelle ont une tendance invincible à se résorber, à disparaître, au bout d'un temps plus ou moins long, par suite des conditions défavorables où ils se trouvent, au point de vue de la nutrition. Sans connexions vasculaires ou nerveuses, ils sont comme des corps étrangers dans la région où ils se sont développés.

On peut rattacher à la greffe osseuse les expériences, encore en voie d'exécution, dont s'occupent MM. Magitot et Legros, concernant la greffe des dents. Les dents naissent d'un petit sac nommé *follicule dentaire*, dans lequel on distingue l'organe de l'ivoire ou bulbe, et l'organe destiné à la production de l'émail. En greffant sur un chien adulte un follicule entier pris à un chien nouveau-né, ces expérimentateurs ont constaté le développement régulier de ce germe et la production d'une dent complète. L'organe de l'émail, greffé seul, n'a point continué de vivre; le germe de l'ivoire, au contraire, a donné lieu à une formation d'ivoire normal. Enfin, lorsque le follicule, greffé en totalité, a été soit intentionnellement, soit accidentellement lésé pen-

dant l'expérience, on constate l'apparition d'une sorte de tumeur osseuse. Ces recherches pleines d'intérêt permettent d'espérer qu'on pourra un jour réaliser, dans des conditions nettement déterminées, la prothèse physiologique des dents enlevées. Il convient de remarquer, en effet, qu'ici on greffe un organe tout entier avec la structure et les dispositions vasculaires qui en peuvent assurer le développement, tandis qu'en transplantant un fragment de moelle ou de périoste, on l'isole, on l'enkyste.

Les expériences les plus curieuses et les plus rigoureuses qu'on ait faites sur la greffe animale, dans ces dernières années, sont dues à M. Paul Bert. Ce savant physiologiste a montré que si on coupe la queue à un jeune rat et qu'on l'introduise, après l'avoir écorchée, sous la peau de l'animal, dans une région quelconque du corps, elle y adhère et continue à s'y développer. L'organe grandit presque aussi vite que dans les conditions normales. M. Bert a pratiqué aussi des *marcottes* animales. Il écorche l'extrémité de la queue d'un rat, introduit cette extrémité dans un trou pratiqué sur la peau de l'animal, près de la tête par exemple, et réunit les bords des deux plaies par des points de suture. Les parties juxtaposées ne tardent pas à se souder, et la queue, qui a reçu ainsi la forme d'une anse, conserve sa vitalité. Si alors on vient à la couper en un point quelconque, on voit que le tronçon greffé près de la tête garde ses propriétés physiologiques. Les vaisseaux s'y rétablissent, les nerfs s'y régénèrent, la sensibilité y revient peu à peu. Le rat est ainsi pourvu d'une sorte de trompe aussi vivante que ses autres organes. Le retour de la sensibilité dans

cette trompe démontre non-seulement la connexion des filets nerveux d'un tel appendice avec ceux du dos, mais encore la possibilité de la propagation de l'ébranlement sensitif dans une direction opposée à celle qu'il suivait auparavant, c'est-à-dire la faculté de conduire les impressions aussi bien dans le sens centripète que dans le sens centrifuge.

La *greffe siamoise* a été réalisée par M. Bert dans des conditions extrêmement intéressantes. On découpe des lambeaux de peau le long des flancs opposés de deux animaux, et, au moyen de ces bandelettes appliquées face à face et réunies par des sutures, on *coud* ensemble les deux sujets. Au bout de peu de jours la réunion est faite, et l'on a un couple analogue à celui des frères siamois. M. Bert a gardé pendant plus de deux mois deux rats blancs ainsi accolés; mais ils vivaient en si mauvaise intelligence qu'il fallut au bout de ce temps les séparer. En empoisonnant l'un des deux animaux d'un couple pareil, on empoisonne l'autre, ce qui prouve qu'il y a entre eux une parfaite communication sanguine. M. Bert a obtenu des greffes semblables entre rat blanc et rat surmulot, entre rat blanc et rat de Barbarie. Il a essayé d'en pratiquer entre animaux d'espèces différentes, entre rat et cochon d'Inde, entre rat et chat, mais la réussite n'a jamais été complète; on n'a provoqué que des commencements d'adhérence. Toutefois l'insuccès paraît tenir moins à l'incompatibilité des tissus eux-mêmes qu'à la difficulté de maintenir dans le calme nécessaire des animaux aussi peu disposés à fraterniser ensemble. Enfin, M. Balbiani a réussi à souder ensemble deux tronçons de queues empruntées à deux têtards diffé-

rents, de façon à obtenir une adhérence physiologique d'une certaine durée.

Si ces recherches ont un intérêt plus philosophique que pratique, sur lequel on reviendra plus loin, il n'en est pas de même de celles qui ont eu pour résultat les greffes dites *épidermiques*. Celles-ci ont eu en effet le privilége d'attirer au plus haut point l'attention des physiologistes et surtout des chirurgiens. C'est à un chirurgien suisse, M. Reverdin, ancien interne des hôpitaux de Paris, qu'on en doit la découverte et les premières applications. Toutes les fois qu'à la suite d'une opération chirurgicale, d'une brûlure ou d'une blessure, la peau a été détruite dans une certaine étendue, le vide produit ne se remplit que lentement au moyen d'une formation de tissu cicatriciel. Malgré l'emploi des méthodes de pansement les plus rationnelles, la surface dénudée ne se répare jamais qu'avec difficulté. C'est pour remédier à ce grave inconvénient que M. Reverdin eut l'idée d'appliquer sur les plaies un lambeau de tégument sain emprunté au blessé lui-même ou à un autre individu. Les premiers essais furent entrepris en 1869 dans les hôpitaux de Paris, et couronnés d'un plein succès. Aussitôt les expériences se multiplièrent. MM. Gosselin, Guyon, Ollier, Duplay, Hergott et d'autres, obtinrent en France, en suivant les indications de l'inventeur, des résultats très-satisfaisants. Les praticiens anglais, russes, allemands, ne tardèrent pas à apporter leur contingent d'observations concordantes, et il est permis de dire qu'aujourd'hui la greffe épidermique est entrée définitivement dans la pratique chirurgicale. Cela n'empêche pas de reconnaître qu'elle présente des difficultés de plus

d'une sorte. Cette soudure de lambeaux étrangers à la surface dénudée d'une plaie demande, de la part du chirurgien qui veut la réaliser, des soins d'une extrême délicatesse. D'abord, si l'on voulait recouvrir toute la plaie d'une seule greffe, on ne réussirait pas; il faut en appliquer plusieurs de très-petite dimension, suivre jour par jour les progrès de la cicatrisation, remplacer les lambeaux qui n'adhèrent point, etc. Généralement la greffe est accomplie au bout de vingt-quatre heures. A ce moment, la partie transplantée fait corps avec la plaie par l'intermédiaire de cellules nées dans l'intervalle qui les sépare. Il en résulte que la cicatrisation s'opère très-rapidement. La cicatrice est plus souple, plus résistante, et ne manifeste point, comme les cicatrices ordinaires, de tendance à la rétraction[1].

Le nom de greffe épidermique donné à ce procédé n'est pas d'une parfaite exactitude. A vrai dire, les lambeaux dont on se sert en pareil cas ne sont pas constitués seulement par de l'épiderme : on détache, pour les obtenir, l'épiderme muni de la mince couche cellulaire (couche de Malpighi) sur laquelle il repose directement, et cette condition est nécessaire, parce que les cellules de Malpighi paraissent être le siége de l'élaboration plastique qui détermine l'adhérence de la greffe. Depuis les expériences de M. Reverdin, plusieurs chirurgiens ont essayé de transplanter, au lieu de l'épiderme, le derme tout entier. M. Ollier a tenté

[1] On a greffé sur l'homme non-seulement de l'épiderme humain, mais aussi de l'épiderme emprunté à des animaux. M. Dubrueil a fait dernièrement à ce sujet de curieuses expériences. Il a greffé sur l'homme de la peau de cochon d'Inde.

de greffer de larges lambeaux cutanés, comprenant toute l'épaisseur de la peau. Les chances de succès paraissent ici beaucoup moindres, et rien n'autorise encore à considérer la greffe cutanée proprement dite comme une opération heureuse.

III

Ces greffes, où l'on voit une partie organisée, séparée pendant un certain temps de l'individu auquel elle appartient, conserver les ressorts de la vie et recouvrer ses fonctions lorsqu'on la transplante sur un autre individu, même d'espèce différente ; — ces régénérations, où l'on voit des organes détruits repousser avec leurs formes normales et leurs propriétés, des fragments vivants reproduire un être tout entier, sont des faits de nature à procurer, si on les interroge convenablement, des données précieuses sur l'essence même de la vitalité. Ils prouvent qu'elle dépend non point d'un esprit indivisible animant le corps (*mens agitans molem*), mais d'une activité répartie dans les particules ténues qui le constituent, consubstantielle à ces particules, et aussi variable dans ses caractères que celles-ci le sont elles-mêmes dans leur structure ; en d'autres termes, la vie totale de l'individu n'est que la somme, la résultante des vies propres à chaque élément anatomique, l'unité harmonique du fonctionnement simultané de myriades de monades, — de monades leibni-

ziennes, — douées de la vie à des degrés divers, depuis la cellule osseuse, presque inerte et minérale, jusqu'à la cellule nerveuse, où brûle incessamment un feu subtil et ardent.

Chacun de ces corpuscules vivants est un tout complet, possédant au fond les mêmes énergies, les mêmes tendances, les mêmes aspirations que les systèmes plus ou moins compliqués auxquels il donne naissance par mille associations et enchevêtrements divers. « Les machines de la nature, dit Leibniz, sont machines partout, quelque petite partie qu'on y prenne, ou plutôt la moindre partie est un monde infini à son tour, et qui exprime même à sa façon tout ce qu'il y a dans le reste de l'univers. Cela passe notre imagination, cependant on sait que cela doit être, et toute cette variété infiniment infinie est assurée dans toutes ses parties par une sagesse architectonique plus qu'infinie [1]. »

Mais quelle est en soi l'énergie vitale propre à ces petites machines, l'énergie que nous voyons persister dans les parties disjointes de l'organisme et réparer les vides opérés dans les tissus? quel est le caractère fondamental, indice de la vie? C'est la nutrition, c'est-à-dire ce fait aussi évident qu'inexpliqué de la rénovation moléculaire continue de la substance organisée. C'est dans la connaissance des phénomènes de nutrition ou trophiques qu'est tout l'avenir de la biologie. On n'aura le secret des actes vitaux les plus profonds et les plus essentiels, que le jour où l'on connaîtra les équations de l'équilibre et du mouvement des systèmes

[1] Lettre à Bossuet, *Œuvres inédites*, publiées par M. Foucher de Careil, t. Ier, p. 276.

fugitifs et en état d'incessante métamorphose, qui constituent ces éléments anatomiques.

Quelque avenir que comporte la connaissance des phénomènes trophiques, la notion que la philosophie de la nature nous procure de la vie ouvre dès aujourd'hui une voie nouvelle aux investigations. Elle suggère l'idée de rechercher les variations du déterminisme physiologique, c'est-à-dire d'étudier les limites entre lesquelles se meut la vie, ou, en d'autres termes, de quelles modifications profondes sont susceptibles les organismes soit au point de vue du type spécifique, soit à celui des mécanismes intérieurs. Le dessein d'une pareille entreprise est le plus hardi de tous ceux que l'imagination et la science humaine conçoivent dans le domaine de l'activité scientifique. Cependant M. Claude Bernard, qui n'est pas suspect d'infidélité à la méthode expérimentale, n'hésite point à le considérer comme légitime. Il est convaincu qu'en agissant sur les phénomènes évolutifs, on pourra changer la configuration et transformer la disposition des organes. « L'observation nous apprend, dit-il, que par les actions cosmiques, et particulièrement par les modificateurs de la nutrition, on agit sur les organismes de diverses façons, et l'on crée des variétés individuelles qui possèdent des propriétés spéciales et constituent en quelque sorte des êtres nouveaux... Rien ne s'oppose à ce que les modificateurs agissant sur l'organisme vivant dans certaines conditions, puissent provoquer des changements capables de constituer des espèces nouvelles, car nous devons concevoir les espèces comme résultant elles-mêmes d'une persistance indéfinie dans leurs conditions d'existence et de nutrition,

par suite d'une direction organique antérieure qui leur a été communiquée par leurs ancêtres. En modifiant les milieux intérieurs nutritifs et évolutifs, en prenant la matière organisée en quelque sorte à l'état naissant, on peut espérer d'en changer la direction évolutive et par conséquent l'expression organique finale[1]. »

Ces remarques du célèbre physiologiste, auxquelles on n'a peut-être pas prêté une attention suffisante, sont dignes cependant d'exciter au plus haut point celle des savants que préoccupe le problème de la transformation des espèces. Assurément le darwinisme n'est toujours qu'une hypothèse. Les partisans de cette doctrine affirment que les espèces vivantes se sont autrefois transformées, mais ils n'ont jusqu'ici produit aucun exemple de pareille transformation effectuée dans le passé, et il est permis de douter qu'ils puissent jamais en donner des preuves rétrospectives. C'est que les espèces n'ont été soumises jadis qu'à l'action des influences spontanées de la nature et des artifices de la zootechnie; mais ce qui n'a pu être réalisé hier par les forces de ce genre pourrait fort bien l'être demain par celles dont le physiologiste dispose aujourd'hui. En agissant sur les œufs, comme l'indique M. Claude Bernard, c'est-à-dire sur les germes vivants, on a une prise plus efficace et plus profonde sur les desseins ultérieurs de la vie. L'embryon, cette ébauche indécise et délicate de l'être futur, ce microcosme où les sourdes énergies de la vitalité s'emparent lentement d'une pulpe molle et sensible aux plus petites perturbations, n'est pas contraint de se développer

[1] *Rapport sur les progrès de la physiologie*, p. 3 et 113.

suivant une loi impérieuse; M. Robin l'a prouvé[1]. Il y aurait donc lieu de déterminer sur l'embryon d'un animal des modifications compatibles avec la vie, de les maintenir sur l'animal une fois formé, de les répéter et de les multiplier graduellement sur les produits des générations suivantes, de façon à les fixer définitivement par le moyen de l'hérédité. Quelques expériences faites dans ce sens, entre autres celles de MM. Dareste, Brown-Séquard, Trécul, etc., sont du meilleur augure; mais la question, on le conçoit, demande le concours laborieux de beaucoup de vies humaines. C'est ainsi que le savant pourra déranger le mécanisme des choses et intervertir le sens des transmutations naturelles. Il imposera sa volonté aux forces du monde. Quand il est brisé par elles, cela se fait à leur insu; quand il les asservit, c'est en pleine connaissance de cause.

Ces corpuscules eux-mêmes, ces monades ultimes où réside la vie, ne pourrait-on pas les considérer à leur tour comme susceptibles d'éprouver des modifications intérieures et de manifester des propriétés nouvelles? Il est bien intéressant de remarquer que le même élément anatomique présente la même composition dans toutes les espèces vivantes, aux degrés les plus humbles comme aux sommets de l'échelle zoologique, — c'est-à-dire que les molécules vivantes, quelle que soit la variété des systèmes divers qu'elles forment en s'associant, sont au fond toujours les mêmes. A quoi tiennent cette unité et cette fixité de

[1] Voyez son remarquable ouvrage *de l'Appropriation des parties organiques*, 1869.

composition des éléments dont sont ourdies les trames organiques? A ce qu'ils vivent tous dans le même milieu et absorbent tous, en définitive, des matériaux nutritifs identiques. On pourrait croire que l'organisation exerce une action élective dans la masse des corps qui l'entourent, qu'elle a une affinité spéciale pour tels principes et de la répugnance à en assimiler d'autres. A coup sûr, certaines substances, en très-petit nombre, sont essentiellement incompatibles avec la vie, du moins telle que nous la concevons ; mais cela ne démontre pas que les organismes aient reçu la faculté d'exercer un choix déterminé dans l'ensemble des ingrédients chimiques de l'air, de la terre et de l'eau. Les premiers germes et les animaux qui en sont sortis ont pris naturellement et spontanément autour d'eux ce qu'ils ont trouvé, et s'y sont habitués peu à peu. Le limon dont une main mystérieuse les a façonnés est une combinaison complexe de tout ce qui existe dans le milieu où ils plongent. Le hasard de la constitution originelle est devenu la loi de la constitution ultérieure. Les principes immédiats ainsi assimilés plus ou moins facilement pendant les périodes rudimentaires se sont ensuite adaptés, sous l'empire de l'hérédité, aux conditions les plus favorables à la vie, l'harmonie s'est graduellement faite entre la matière et la forme, et la nature des fonctions a suivi celle des organes. Du moins rien n'autorise une assertion contraire, et tout porte à penser que si les matériaux de la couche terrestre avaient été autrement proportionnés ou répartis, la composition des organes vivants ne serait pas celle que nous connaissons. On voit par là qu'il n'y a rien que de très-rationnel à se demander

si on ne pourrait pas entreprendre de modifier directement la composition actuelle des éléments anatomiques.

Cette seconde conception, qui recule bien plus encore que la précédente les limites du déterminisme physiologique, est susceptible aussi de vérifications expérimentales. De même qu'on agit sur les phénomènes évolutifs, on peut, par des procédés d'une méthodique et persévérante hardiesse, déranger l'ordre des opérations nutritives. La méthode que nous avons suivie dans nos propres recherches sur ce sujet consiste à supprimer certains principes essentiels de l'alimentation et à les y remplacer par des principes immédiats nouveaux plus ou moins analogues. Mais les principes immédiats nutritifs se trouvent mélangés aux aliments dans les conditions les plus favorables à l'assimilation. Les sels minéraux y sont intimement combinés aux matières azotées. Pour substituer à ces sels minéraux de l'alimentation ordinaire, au phosphate de chaux par exemple, des phosphates d'une autre espèce, il est donc nécessaire non-seulement de débarrasser autant que possible les aliments des sels que l'on veut éliminer, mais encore d'y associer de la façon la plus intime les sels nouveaux que l'on veut fixer dans l'économie, c'est-à-dire de les y introduire sous la forme la plus propre à l'assimilation et la plus capable de vaincre les résistances naturelles de l'organisme. Il est évident aussi qu'il convient d'expérimenter sur de jeunes animaux chez qui le mouvement assimilatoire est à son maximum. Dans de telles conditions et par de tels procédés, on arrive à modifier l'ordre et l'espèce des principes immédiats de la substance organisée.

Des expériences personnelles nous permettent du moins de l'affirmer pour ce qui concerne le tissu osseux, et jusqu'ici rien ne nous oblige à douter qu'on puisse réaliser à la longue, par des transformations graduelles, consécutives à certains artifices nutritifs, des organismes d'un équilibre homologue et nouveau, au point de vue du système des principes immédiats. En tout cas, les recherches de ce genre ont un intérêt considérable. Elles permettent de déterminer les relations entre les poids moléculaires des principes immédiats et leurs coefficients nutritifs. D'autre part, en introduisant à un moment donné un certain principe assimilable dans l'organisme et en marquant le temps qui s'écoule depuis le moment où il entre jusqu'au moment où il sort, on a un procédé pour mesurer la vitesse du mouvement nutritif [1].

Nous n'insistons pas davantage sur ces expériences. Il nous suffit d'en avoir tracé succinctement la direction générale, en accord avec ce qui se passe dans le reste de la physiologie. Sans doute de pareils travaux sont difficiles et longs. Outre le savoir et la patience, il faut, pour les aborder, de l'imagination et de la foi; mais les labeurs du présent ne peuvent être fructueux qu'à la condition d'une vision claire de la vérité idéale, précieuse étoile où le savant digne de ce nom aimera toujours à lire les destinées de l'esprit.

[1] Voir les deux mémoires que j'ai publiés sur ce sujet (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LXXI, 1870, pag. 372, et t. LXXVI, 1873, pag. 352.)

LES FERMENTS, LES FERMENTATIONS ET LA VIE[1].

I

Jusqu'à ces derniers temps, toutes les fermentations étaient considérées comme produites par la décomposition spontanée d'une matière organique au sein du liquide fermentescible. On disait qu'au contact de l'air cette matière organique éprouve une altération particulière qui lui donne le caractère de ferment; on voyait en celui-ci un agent capable de communiquer un mouvement de décomposition. La levûre de bière, il est vrai, était depuis longtemps connue : on savait qu'elle est formée de cellules, qu'elle est organisée; mais on n'établissait point de solidarité entre cet état d'organisation et les phénomènes de fermentation qu'elle détermine au sein des liquides sucrés tels que le jus de raisin ou le moût de bière. Turpin, et après lui Cagniard-Latour, dans le premier tiers de ce siècle, avaient essayé vainement de démontrer l'existence d'une pareille solidarité; on refusa toujours de voir dans la fermentation alcoolique autre chose qu'une

[1] *Revue des deux mondes* du 15 février 1873.

opération analogue à toutes les décompositions lentes rangées parmi les fermentations. On a reconnu de nos jours que la fermentation alcoolique, au lieu d'être une exception, est au contraire le type même des phénomènes dont il s'agit ici ; que les cellules de levûre, au lieu d'y être indifférentes, y jouent un rôle essentiel ; enfin que, dans toutes les fermentations, il intervient des organismes inférieurs, des corpuscules microscopiques plus ou moins analogues à ceux de la levûre. Tel est du moins le premier résultat des recherches accomplies dans ces quinze dernières années par plusieurs savants, au premier rang desquels il convient de citer M. Pasteur.

C'est par l'étude de la fermentation alcoolique que M. Pasteur a commencé. en 1858, la série de ses travaux. Il a mis hors de doute que, dans le cas du jus de raisin et du moût de bière, aussi bien que dans celui de tout liquide sucré abandonné à l'air, la production plus ou moins rapide d'alcool est toujours corrélative du développement d'un champignon microscopique, composé de globules arrondis mesurant quelques millièmes de millimètre. Ces globules, connus sous le nom de *levûre de bière*, se multiplient dans le liquide en fermentation aux dépens des matières organiques qui y sont contenues, et déterminent, par les échanges nutritifs auxquels ils donnent lieu, la décomposition du sucre en alcool, acide carbonique, acide succinique et glycérine. Tels sont les quatre produits constants de la fermentation alcoolique. Le sucre est l'aliment du globule de levûre ; ces produits en sont les excrétions. On ne connaît pas encore les lois du mécanisme intérieur qui les élabore. Tout porte à

croire cependant que les cellules de levûre sécrètent une substance plus ou moins analogue à celles qui, chez les animaux supérieurs, opèrent le phénomène de la digestion. La fermentation alcoolique serait ainsi une espèce de digestion intra-globulaire du sucre.

M. Dumas, qui a marqué, il y a un demi-siècle, son entrée dans la carrière des sciences de la nature par de mémorables découvertes de physiologie microscopique, est revenu depuis peu à des études du même ordre, justement à propos des fermentations. Il a entrepris à ce sujet, dans le laboratoire de M. Pasteur, à l'École normale, des recherches dont les résultats, publiés tout récemment, témoignent que l'illustre savant n'a perdu ni sa sûre industrie dans l'institution expérimentale, ni son lucide génie dans la conception doctrinale. M. Dumas a cherché, entre autres choses, à déterminer la force décomposante, le degré d'activité propre à chaque cellule de ferment alcoolique. Il a mesuré pour cela la quantité de sucre décomposé dans un temps donné par un certain poids de levûre de bière, et il a trouvé, — après avoir établi préalablement qu'il y a environ 2 772 000 cellules dans un millimètre cube de cette levûre — que la force de 100 milliards de cellules représente l'énergie capable de décomposer 25 centigrammes de sucre en une heure. Si l'on essayait, d'après cette évaluation, d'exprimer en chiffres le nombre de cellules qui sont employées à produire le vin, la bière et le cidre que nous consommons chaque année, dit M. Dumas, on ferait reculer même les astronomes.

Ce rôle d'agent capable de provoquer la décomposition du sucre et la formation consécutive de l'alcool

n'appartient pas exclusivement aux cellules de la levûre de bière. Plusieurs agents chimiques peuvent aussi le remplir; certaines cellules végétales y sont également propres. Lorsque les fruits sont placés dans un milieu plein d'oxygène, ils absorbent ce gaz, et donnent lieu à un dégagement d'acide carbonique; si au contraire on les abandonne dans le gaz acide carbonique ou dans un autre gaz inerte, ils déterminent une production d'alcool. Les fruits restent fermes, durs, n'éprouvent aucune modification extérieure, mais le sucre qu'ils contiennent se transforme partiellement en alcool. Comment expliquer le phénomène? Dans l'air ordinaire, la cellule du fruit se nourrit d'oxygène; si ce dernier gaz vient à lui manquer, elle est obligée d'emprunter des matériaux nutritifs au liquide qui la baigne, c'est-à-dire au jus sucré. Ce dernier est alors décomposé. M. Pasteur a reconnu qu'une fermentation alcoolique semblable a lieu dans d'autres organes végétaux, par exemple dans les feuilles, et, dans tous les cas, il a constaté que le phénomène est dû aux cellules elles-mêmes du végétal, et non point à des globules de levûre. Loin de compromettre la doctrine physiologique de la fermentation, ces faits singuliers concourent à l'affermir, tout en lui donnant un caractère plus profond et plus général.

On vient de voir que la fermentation du sucre donne de l'alcool. Ce dernier, lorsqu'on le place au contact de certaines substances poreuses, comme la mousse de platine par exemple, peut absorber l'oxygène de l'air et se transformer, par oxydation, en acide acétique. C'est un phénomène de ce genre qui a lieu quand

le vin s'aigrit. L'alcool contenu dans le vin est converti en acide acétique. Seulement l'agent de cette transformation est ici une plante microscopique constituée par de petits globules allongés, mesurant quelques millièmes de millimètre. Ces globules, ces mycodermes se développent à la surface du vin laissé à l'air libre, et y forment une couche dont le rôle est d'emmagasiner une certaine quantité d'oxygène qui est employée ensuite à déterminer l'acétification du liquide. Cette couche, qu'on appelle la *mère du vinaigre*, n'agit qu'autant qu'elle communique avec l'air. Sitôt qu'on la submerge, elle devient inefficace, et l'acétification s'arrête. La formation du vinaigre dans la fermentation acétique se réduit donc à une oxydation de l'alcool, dans laquelle des cellules microscopiques sont les véhicules de l'oxygène.

Quand le lait tourne et s'aigrit, le phénomène est dû aussi à la formation d'un acide, l'acide lactique. Ce corps provient du dédoublement du sucre contenu dans le lait, et ce dédoublement est encore une fermentation. L'être microscopique qui la provoque affecte plusieurs formes; tantôt il est constitué par des cellules qui présentent beaucoup d'analogie avec la levûre de bière, tantôt il consiste en bâtonnets droits extrêmement ténus. Le lait renferme en outre du caséum, c'est-à-dire la substance qui compose le fromage, or lorsque, dans le lait, la fermentation du sucre est terminée, celle du caséum commence. Après l'acide lactique, il se produit de l'acide butyrique. En examinant au microscope le caséum qui se transforme en acide butyrique, on y remarque de petits bâtonnets dont la largeur est de deux millièmes de millimètre,

et la longueur de deux à cinq fois plus grande : c'est le ferment butyrique, lequel, concurremment avec d'autres végétaux microscopiques, détermine, dans les divers fromages, la production lente de l'acide butyrique et de quelques acides analogues, non moins odorants. Enfin, pour citer un dernier exemple, lorsque l'urine se décompose et donne lieu à un abondant dégagement de gaz ammoniacaux, cela résulte encore d'une fermentation. Sous l'influence de cellules plus petites que celles de la levûre de bière, l'urée contenue dans l'urine se transforme en carbonate d'ammoniaque, qui rend le liquide très-alcalin et lui communique une odeur très-forte. Bref, les fermentations que nous venons de caractériser, et bien d'autres du même genre, sont solidaires de la nutrition et du développement d'êtres microscopiques dont la dimension moyenne est de quelques millièmes de millimètre, et qui se présentent sous la forme tantôt de globules sphéroïdes ou ovoïdes (mycodermes, torulacées), tantôt sous la forme de bâtonnets droits, incurvés ou flexueux (vibrions, bactéries). Ces petits êtres engendrent le ferment au sein du liquide fermentescible au fur et à mesure qu'ils s'y multiplient.

Il est une autre classe de fermentations où l'on ne constate point d'intervention immédiate de corpuscules figurés. Ce sont celles qu'on peut déterminer au moyen d'un ferment destitué de relations actuelles avec l'organisation. Ainsi la fermentation diastasique consiste dans la transformation de l'amidon en sucre sous l'influence d'une matière amorphe, jaunâtre, qu'on appelle la *diastase*. La fermentation amygdalique est celle où l'amygdaline devient de l'essence d'aman-

des amères par l'effet d'un ferment analogue qu'on appelle la *synaptase*. La première s'accomplit dans l'embryon végétal lorsque la matière amylacée de la graine y est changée en un sucre soluble qui imprègne les tissus naissants de la plante. La seconde a lieu lorsqu'on broie des amandes amères avec de l'eau. Au contact de ce liquide, le mélange de ces graines inodores acquiert l'odeur caractéristique de l'essence d'amandes amères; mais celle-ci ne préexistait point dans la graine. Elle provient de la fermentation de l'amygdaline. On considère aussi comme des fermentations un certain nombre de phénomènes analogues qui peuvent être réalisés dans les vaisseaux d'un laboratoire et se réalisent constamment dans les organismes vivants, et dont la cause est une substance zymotique. Il existe par exemple dans la salive un principe qu'on appelle la *ptyaline*, et qui, comme la diastase, transforme la matière amylacée en sucre [1]. Le suc gastrique contient un autre principe, la *pepsine*, dont l'effet est de liquéfier les matières albuminoïdes pour les mettre en état d'être absorbées. Le suc pancréatique enfin renferme une substance nommée *pancréatine*, qui a des propriétés analogues à celles de la ptyaline et de la pepsine, et possède en outre celle de dédoubler les corps gras neutres en glycérine et en acides gras. La digestion se ramène ainsi à une série de fermentations, comme l'avaient justement pressenti

[1] La salive est d'ailleurs le siége d'autres fermentations. Sous l'influence d'une espèce de bactérie très-allongée (*leptothrix*), les détritus amylacés et albuminoïdes s'y transforment en acide lactique, lequel joue, comme l'ont montré les belles expériences de M. le docteur Magitot, un grand rôle dans la carie dentaire.

les anciens chimistes. Ces phénomènes divers ont, aussi bien que ceux où interviennent des organismes, les deux caractères fondamentaux des fermentations : ils ne s'accomplissent que dans certaines limites de température, et le poids de la matière fermentescible est toujours bien supérieur à celui du ferment suffisant pour la décomposer.

En résumé, les fermentations provoquées dans certains milieux, par le fait du développement et de la nutrition de microzoaires ou de microphytes déterminés, présentent un ensemble de caractères bien définis. Elles suivent docilement toutes les variations qui peuvent survenir dans l'activité physiologique des êtres microscopiques contenus dans le liquide. Celui-ci ne fermente pas immédiatement; il attend plus ou moins, et le mouvement moléculaire s'y accuse graduellement. Le phénomène est *évolutif*. Voilà, ce semble, ce qui caractérise les fermentations alcoolique, lactique, acétique, butyrique, glycérique, putride, bref toutes celles que M. Pasteur a étudiées avec une rigueur si décisive. En est-il de même de la transformation des matières amylacées en sucre sous l'influence de la diastase ou de la ptyaline, de la dissolution des substances protéiques par la pepsine ou la pancréatine, de la métamorphose de l'amygdaline en essences d'amandes amères au contact de la synaptase? Évidemment non. Ces phénomènes ont une physionomie différente; ils ne présentent point de phases évolutives. Sans doute ils demandent un certain temps pour s'accomplir, mais ils s'accomplissent tout d'une pièce et sans rapport avec l'air ambiant.

Ces différences entre les deux classes de fermenta-

tions tiennent manifestement à ce que dans la première le phénomène est subordonné aux conditions et aux progrès de la vie des corpuscules organisés qui élaborent le ferment au sein même des liquides fermentescibles, tandis que dans la seconde le phénomène est déterminé par un ferment tout formé, tout préparé, n'ayant de corrélation actuelle avec aucune partie vivante. Mais ce dernier ferment n'est pas moins d'origine organique; lui aussi provient d'êtres vivants, végétaux ou animaux. Soit qu'il émane, comme la diastase ou la synaptase, des jeunes cellules de la graine, soit qu'il provienne, comme la ptyaline, la pepsine et la pancréatine, d'un travail accompli dans les follicules glandulaires de l'appareil digestif, il est l'ouvrage de la vie, aussi bien que s'il avait été fabriqué par des globules de levûre ou des faisceaux de bactéries, l'ouvrage de la vie, c'est-à-dire le résultat d'évolutions nutritives et génératives. Ainsi les ressorts effectifs de toutes les fermentations sont les mêmes. Tous les ferments sont au fond semblables, qu'ils soient procurés directement au liquide fermentescible par les corpuscules microscopiques qui l'habitent, ou qu'ils émanent de corpuscules qui habitent ailleurs. La vraie doctrine des fermentations est là.

Il est permis dès lors de considérer les ferments comme les produits d'une fécondité intracellulaire, comme des sécrétions élaborées par ces myriades de corpuscules infiniments petits, les uns serrés, pressés, condensés dans les organes palpables des animaux et des plantes, les autres libres et mobiles, disséminés, comme nous le verrons, dans l'espace immense et intangible. L'énergie qui caractérise les microphytes et

les microzoaires appartient aussi aux éléments microscopiques des trames vivantes des animaux supérieurs. Il faut élever cette propriété, jusqu'ici particulière, à la dignité d'attribut universel et fondamental des cellules organisées. Il faut voir dans les transmutations et les opérations les plus complexes de la nutrition, chez les espèces supérieures, la même industrie et les mêmes forces primitives que dans la subtile activité des humbles et imperceptibles monades.

Sans doute les corpuscules de diverses espèces auxquels on ramène en dernière analyse les animaux et les plantes de toute sorte et de tout degré, ne sont pas identiques. Chaque espèce a sa structure propre, son énergie spécifique, son mode de nutrition, ses sécrétions déterminées, lesquels caractères sont d'ailleurs variables avec les milieux et les circonstances. Cependant on peut signaler plus d'une analogie intéressante entre certaines de ces espèces qui paraissent remplir des fonctions bien distinctes et occuper des rangs bien différents dans l'immense concert des monades de vie. Les cellules des fruits, placées dans certaines conditions, se comportent, on l'a déjà vu, comme celles de la levûre de bière. Les unes et les autres décomposent le sucre et donnent de l'alcool. Il est permis de rapprocher, non moins étroitement, comme l'ont fait M. Blondeau et M. Pasteur, les mycodermes acétiques et les globules du sang. Les uns et les autres servent de véhicule à l'oxygène, les premiers pour la combustion lente de l'alcool, les autres pour la combustion lente des matières albuminoïdes des tissus animaux. Il est même probable qu'il y a dans les mycodermes un principe analogue à l'hémoglobine du globule sanguin et doué d'une affi-

nité particulière pour l'oxygène[1]. Quoi qu'il en soit, les rapprochements de ce genre ouvrent une voie nouvelle à la physiologie. Comme celle-ci se ramène en définitive à l'explication de ce qui a lieu dans les éléments microscopiques des organes, il est évident que rien ne lui saurait être plus salutaire que l'étude de ces organismes unicellulaires, où les phénomènes sont d'une simplicité extrême, où la vie est réduite en quelque sorte à ses facteurs premiers. Il est de plus en plus manifeste que le progrès de la connaissance des animaux supérieurs est étroitement lié à celui de la connaissance des mécanismes nutritifs dans les unités rudimentaires de la vie, dans les plus petits êtres qu'il nous soit donné de contempler.

II

D'où viennent maintenant ces corpuscules organisés microscopiques auxquels nous avons vu qu'il fallait attribuer un grand nombre des métamorphoses de la matière organique? Les opinions sont encore aujourd'hui partagées sur ce grand problème. Ni les observations longues, ni les expériences minutieuses, ni les débats approfondis n'ont manqué. Cependant les uns

[1] Il serait aisé de vérifier si les mycodermes acétiques se comportent comme les globules de sang, soit en présence de l'oxyde de carbone, soit avec le spectroscope.

croient toujours que ces corpuscules naissent par génération spontanée au sein des liquides fermentescibles, les autres affirment et prétendent démontrer qu'ils viennent de germes contenus dans l'air. Assurément la première opinion n'a en soi rien de contradictoire et d'impossible. Ceux qui la repoussent par la question préalable, au nom de je ne sais quelle doctrine mystique de la vie, ne méritent même pas d'être écoutés dans l'enquête. Il aurait pu se faire que des êtres organisés naquissent de toutes pièces dans un milieu destitué d'organisation; mais l'expérience prouve que cela ne se fait pas. Il faut donc recevoir l'autre opinion, l'opinion *panspermiste*, c'est-à-dire admettre que les germes des végétaux et animaux microscopiques, auxquels sont liés tant de fermentations et de corruptions, existent dans l'air. C'est une des conclusions et peut-être la plus légitime et la plus féconde des belles études de M. Pasteur.

M. Pasteur en a la gloire justement parce qu'il n'en a pas la priorité. En effet, le premier qui a eu cette idée n'en a pu avoir et n'en a eu qu'une confuse intuition; il n'en a pu mesurer ni l'importance ni les conséquences. L'importance et les conséquences d'une grande idée, quelle qu'elle soit, n'apparaissent que quand celle-ci, ayant déjà subi une certaine évolution, acquiert la précision, la certitude et la solidité qu'une longue expérience peut seule lui conférer. Il faut qu'une conception ait déjà un certain âge dans la science pour y prendre une certaine autorité, et procurer de la gloire à ceux qui en comprennent et en font comprendre toute la grandeur et toute la vertu. Depuis longtemps la circulation du sang était entrevue

dans les écoles de physiologie quand Harvey la démontra avec une complète rigueur. Depuis longtemps la gravitation était pressentie et cherchée quand Newton en donna le système parfait. De même la conception panspermiste, délaissée et méconnue depuis ceux qui la formulèrent jadis — et parmi lesquels Astier (1813) doit être surtout rappelé, — n'a été établie définitivement que de nos jours, grâce aux expérimentations de M. Pasteur. D'une ébauche incertaine, ce célèbre chimiste a fait un dessin aux traits profonds et achevés.

Les expériences de M. Pasteur, multipliées et variées de mille manières, se ramènent toutes à rechercher comparativement ce que devient un même liquide fermentescible au contact de l'air ordinaire, rempli de poussières, et au contact de l'air purifié. M. Pasteur place par exemple une certaine quantité d'un liquide éminemment altérable dans des ballons de verre à l'intérieur desquels on peut faire passer un courant d'air. La fermentation et le développement de petits organismes ne tardent pas d'avoir lieu dans des ballons où circule de l'air ordinaire; mais si l'air qu'on y dirige a préalablement traversé un tampon de coton, on n'observe aucune altération du liquide. Lorsque le volume d'air qu'on a filtré ainsi à travers le coton est considérable, celui-ci est imprégné de tant de poussières qu'il en devient noir. Or ces poussières contiennent, outre un grand nombre de particules minérales et de détritus variés, des spores et des germes à ferments; la preuve, c'est qu'il suffit d'en semer la moindre quantité dans la liqueur pure pour y déterminer la fermentation. Voici une expérience d'un autre type. M. Pasteur, au moyen d'une disposition ingénieuse, retire et

fait arriver, dans une ampoule de verre remplie d'air pur, le jus de l'intérieur d'un grain de raisin, de façon que ce jus ne communique, durant la manipulation, ni avec la surface du grain, ni avec l'air atmosphérique. Le jus ainsi obtenu n'éprouve pas trace de fermentation : il reste inaltéré tant que l'ampoule est fermée; mais, si l'on vient à ouvrir celle-ci ou à en mélanger le contenu avec quelques gouttes d'eau ayant servi à laver l'extérieur du grain, la fermentation s'y établit immédiatement. C'est que la surface des grains de raisin est toujours recouverte de germes de levûre, alors même que les grappes ont été soumises à l'action de pluies persistantes. Ici donc la fermentation est due manifestement aux germes en suspension dans l'air ou déposés à la surface des grains et du bois de la grappe. M. Pasteur extrait par un procédé analogue du sang des veines d'un animal, èt l'introduit dans un ballon au contact de l'air pur. Ce sang reste frais pendant des années. En somme, M. Pasteur affirme et démontre expérimentalement que le jus de raisin, le lait, l'urine, le sang et tous les liquides les plus altérables dans les conditions ordinaires, sont incapables d'éprouver la moindre fermentation dans l'air pur, c'est-à-dire débarrassé par un procédé quelconque des corpuscules qu'il contenait. Ils s'y conservent indéfiniment dans un remarquable état d'intégrité.

M. Pasteur a fait encore une autre série d'expériences. Il a provoqué le développement des ferments dans des liqueurs privées de matières albuminoïdes. Avant ses recherches, on croyait que les cellules observées dans la fermentation du jus de raisin proviennent de la métamorphose des matières albuminoïdes

contenues dans ce suc naturel. M. Pasteur prépare une solution de sucre, de tartrate d'ammoniaque et de quelques autres sels, et y sème quelques globules de levûre. Ces globules bourgeonnent, se développent et se multiplient dans ce milieu artificiel tout aussi bien que dans le jus de raisin. On croyait de même que dans la fermentation acide du lait, le ferment est un produit de l'altération du caséum. M. Pasteur démontre l'inanité de cette hypothèse en réalisant la culture du ferment lactique dans un liquide artificiel ne renfermant pas trace de caséum. Ces expériences, fort délicates, n'ont pas contribué seulement au succès de la panspermie, elles sont encore d'un grand prix pour la physiologie végétale [1].

On a fait à M. Pasteur, au sujet de ses théories sur l'origine des ferments, un grand nombre d'objections auxquelles il a presque toujours répondu par des faits rigoureux et par des arguments solides, bien que parfois il se soit donné, vis-à-vis de ses adversaires, le tort d'être âpre et dédaigneux dans la dispute. La vérité est assez forte pour être plus indulgente et charitable envers l'erreur. Les principales de ces objections ont roulé, il faut le dire, sur des problèmes qui ne touchent point au fond même du débat entre l'hétérogénie et la panspermie. M. Trécul, l'habile et éminent micrographe, M. Béchamp et d'autres ont démontré par exemple que M. Pasteur se trompe sur les évolutions et les transformations que subissent les micro-

[1] M. Raulin, un des élèves les plus distingués de M. Pasteur, a obtenu de son côté le développement de plusieurs espèces de moisissures dans des milieux artificiels.

phytes dans les milieux fermentescibles. Certainement M. Pasteur a commis à ce sujet plus d'une erreur, et il existe probablement entre certains corpuscules à ferment plus de parenté qu'on ne le croit au laboratoire de l'École normale ; mais cela ne change rien au caractère fondamental de la doctrine. On fait remarquer aussi que des corpuscules, ayant une structure déterminée, peuvent naître de toutes pièces, sans germes, dans certains liquides. Assurément, mais à la condition que ces liquides soient vivants. Sans doute le cambium des végétaux, le blastème des animaux, et en général toutes les liqueurs protoplasmiques sont des lieux féconds d'éclosion où se développent spontanément les cellules et les fibres des trames vivantes. C'est ainsi que les premiers éléments de l'embryon apparaissent dans l'ovule des animaux. Les travaux de M. Robin, de M. Trécul, de MM. Legros et Onimus, et d'un grand nombre d'autres observateurs, sont d'ailleurs à cet égard péremptoires ; mais la vie appartient à ces protoplasmas ; ils dépendent d'un système organisé. C'est à l'abri de l'air, c'est dans les profondeurs de l'organisme qu'ils travaillent à la création des corpuscules microscopiques. Qu'on les place au contact de l'air pur, dans les ballons de M. Pasteur, et alors ils seront inféconds.

On objecte enfin à M. Pasteur que si les germes de tous les microphytes et microzoaires sont dans l'atmosphère, on doit les y retrouver et les y reconnaître. Or, en examinant les poussières de l'air au microscope, on ne découvre point, tant s'en faut, tous les rudiments de cette flore et de cette faune infiniment petite dont les fermentations et les putréfactions de la ma-

tière organique attestent l'existence. M. Pasteur n'a jusqu'ici opposé à cet argument que le témoignage de ses expériences, lesquelles démontrent qu'au contact de l'air purifié, ni les fermentations ni les putréfactions ne sont possibles. Cela suffit à la rigueur, mais on peut aller plus loin. De ce que beaucoup de germes ne sont pas visibles au microscope, on ne saurait aucunement conclure qu'ils n'existent point. D'abord on en constate avec certitude un certain nombre d'espèces dans les poussières atmosphériques. Il est par conséquent permis de présumer que, si les autres échappent à notre œil armé de verres grossissants, cela prouve simplement qu'ils sont plus petits que les premiers; mais peut-être n'est-ce pas ainsi qu'il convient de voir le problème. Nous pensons que les germes visibles sont des exceptions, c'est-à-dire des êtres déjà parvenus à un certain degré de développement, et qu'en réalité tous les vrais germes sont d'une dimension à jamais inaccessible à l'observation microscopique, même si l'on supposait les lentilles beaucoup plus puissantes encore qu'elles ne sont aujourd'hui. Le microscope ne nous permet guère d'apercevoir que des points ayant au moins un dix-millième de millimètre. Les germes primitifs de la vie ne doivent pas même approcher d'un cent millième de millimètre[1]. La physique et la métaphysique prouvent qu'il faut renoncer ici à mesurer et à estimer les choses d'après la capacité de nos sens bornés. Il faut faire effort pour

[1] Plusieurs physiciens éminents attribuent la couleur bleue de l'atmosphère à la réflexion de la lumière par ces germes qu'il est impossible d'apercevoir directement.

suivre avec l'œil de l'esprit les grandeurs constamment décroissantes, ne pas s'arrêter là où l'imagination est épuisée, et reconnaître enfin combien sont reculées les limites du microcosme. Quand cette faculté de nous étendre au delà des bornes de notre nature, qui est une des plus belles prérogatives de notre entendement, ne nous abandonne point, nous arrivons à nous représenter les monades vitales de Leibniz, les molécules organiques de Buffon, à comprendre l'existence des proto-organismes répandus dans le monde par milliards de milliards, et à concevoir l'infiniment petit dans l'infiniment petit.

Ainsi, de même que l'univers infini où roulent les sphères est rempli de particules invisibles d'une matière subtile à laquelle les physiciens et les astronomes donnent le nom d'*éther* et qui est le seul moyen de comprendre les phénomènes cosmiques, l'univers fini où se déploie l'organisation est rempli de corpuscules également invisibles, formant ce que l'illustre Ehrenberg appelle la *voie lactée* des organismes inférieurs, et non moins nécessaires pour expliquer les opérations dont nous venons de tracer l'ensemble. De même qu'il y a un éther destitué de vie, il y a un éther doué de vie, un *éther vital*. L'un et l'autre sont incontestables. Ils passent la raison, mais la raison ne saurait s'en passer. Ils échappent à la prise immédiate de l'expérience; cependant l'expérience ne permet pas d'y échapper. Ils sont invisibles, et sans eux il n'y aurait point de choses visibles. L'esprit y adhère d'une adhésion énergique, peut-être parce qu'il se sent avec eux une secrète et mystérieuse affinité, peut-être parce qu'il est au fond de même essence.

III

Notre atmosphère est donc le réceptacle de myriades de germes d'êtres microscopiques qui jouent dans le monde organisé un rôle considérable. Agents pénétrants de corruption, sinistres ouvriers de maladie, ils épient sans cesse l'occasion de s'insinuer dans l'économie des plantes et des animaux pour y provoquer des désordres plus ou moins graves. Souvent la vie leur résiste ou leur échappe, mais rien ne saurait leur en disputer les dépouilles. Le cadavre est leur aliment naturel ; la mort est leur laboratoire de prédilection. C'est là que ces êtres infimes accomplissent leur destinée vraiment grandiose dans le drame éternel du renouvellement des existences organiques.

Quand la fine pellicule qui recouvre les fruits sucrés se déchire en un point, la porte est ouverte aux germes atmosphériques. Des cellules à ferment pénètrent à l'intérieur du fruit, et y provoquent la fermentation du sucre, c'est-à-dire la formation d'un peu d'alcool ; celui-ci à son tour est susceptible d'éprouver la fermentation acétique et de donner à la pulpe une saveur acide. Enfin la pulpe elle-même est détruite par diverses moisissures. Lorsqu'un fruit se gâte et acquiert un goût plus ou moins désagréable, cela tient donc à l'intervention de cellules à ferment d'origine atmosphérique, et à la production de matières alcooliques

ou acides. Un habile micrographe, M. Engel, qui a étudié récemment avec soin ces phénomènes, a trouvé que les cellules à ferment qui déterminent ainsi la fermentation alcoolique des sucs de fruits présentent quelques légères différences d'un fruit à un autre et n'ont pas non plus les mêmes caractères morphologiques que celles du moût de raisin ou du moût de bière. Il se forme ici des variétés, correspondantes aux milieux divers dans lesquels se fait la nutrition du petit champignon.

Les champignons microscopiques de l'atmosphère jouent un rôle non moins intéressant dans l'altération des vins. Ceux-ci s'aigrissent, tournent, deviennent filants et huileux, ou encore acquièrent une amertume prononcée. Toutes ces maladies tiennent au développement de divers microphytes reconnus et décrits par M. Pasteur; toutefois ce savant ne s'est pas borné à déterminer la nature de ces maladies, il a cherché à les prévenir. S'appuyant sur d'anciennes observations d'Appert, il a eu l'idée de soumettre les vins à l'action d'une température élevée, afin d'y anéantir les germes de ferment. Il n'y avait pas de doute possible touchant la destruction de ces germes et la suppression de toute altération ultérieure, mais on pouvait se demander si la délicatesse et le bouquet de certains cépages ne seraient pas compromis par l'effet du chauffage. L'expérience, et une expérience prolongée, a prouvé que le chauffage non-seulement est un excellent moyen de prévenir les maladies des vins, mais encore qu'au lieu d'en compromettre les qualités exquises, il les développe et les fortifie. Les procès-verbaux des dégustations opérées dans le courant de l'année dernière par

plusieurs membres de la commission syndicale des vins, à l'instigation de M. Pasteur, renferment à ce sujet des témoignages péremptoires. Des vins fins de Bourgogne, chauffés en bouteille à une température comprise entre 55 et 65 degrés, il y a sept ans, ont paru, au bout de ces sept années, supérieurs aux mêmes vins non chauffés. « Des personnes plus ou moins autorisées, dit M. Pasteur, avaient déclaré que le chauffage enlèverait avec le temps de la couleur au vin. C'est le contraire qui est vrai, quand on opère à l'abri de l'air : la couleur s'avive par le chauffage. Elles avaient dit : le chauffage altérera, avec le temps, le bouquet des grands vins ; cette opération les fera sécher, vieillarder. Tout au contraire, le bouquet paraît s'exalter avec les années et plus sûrement que si on ne les chauffe pas. Pour les chambertins notamment et pour les volnay, ce fait a été très-remarqué par les dégustateurs. » — M. Pasteur a été amené par ces études à rechercher les causes du *vieillissement* des vins, et il a reconnu que ce phénomène est dû à une oxydation lente. Du vin conservé dans des tubes de verre bien pleins et scellés hermétiquement ne vieillit pas. En augmentant et en réglant l'aération du vin, et surtout en la combinant avec le chauffage, M. Pasteur est arrivé à fabriquer en un mois d'excellent vin *vieux*. Bref, l'oxygène et la chaleur, agissant dans de certaines proportions sur le vin, favorisent, au lieu de l'entraver, le développement des principes volatils auxquels ce liquide doit son parfum et une partie de sa saveur ; mais cette découverte est de surcroît. Ce que M. Pasteur a cherché principalement et ce qu'il a trouvé, en donnant des règles précises et méthodiques pour le chauffage des vins, c'est

un procédé applicable sur une vaste échelle, de prévenir les maladies dont souffrent si souvent les cépages ordinaires, et cette heureuse application est une suite de ses recherches sur la fermentation en général. C'est de même, à la suite de ses recherches sur le rôle des organismes microscopiques dans les maladies des vers à soie, que M. Pasteur a été conduit à donner un moyen pratique d'entraver le développement de ces organismes et par suite de prévenir la maladie.

Lorsqu'on injecte dans les veines d'un animal vivant un liquide putréfié ou *septique*, c'est-à-dire renfermant les corpuscules filiformes droits ou flexueux, connus sous le nom de vibrions et de bactéries, il arrive quelquefois que l'animal n'en éprouve aucun inconvénient. Les chiens surtout résistent fortement à l'influence toxique d'un pareil liquide; mais chez d'autres espèces, et principalement chez le lapin, il n'en est pas de même. L'économie devient le siége de phénomènes graves, habituellement mortels, et dont l'ensemble constitue l'affection à laquelle on a donné le nom de *septicémie*. Les organismes microscopiques empoisonnent dans ce cas l'animal, non-seulement par le fait même de leur présence dans le sang, mais encore et surtout parce qu'ils s'y développent et s'y multiplient avec une rapidité extraordinaire, de la même façon que la levûre de bière se multiplie dans le moût d'orge. Toutefois, ce qu'il y a de plus singulier dans ces fermentations pathologiques, c'est le fait signalé pour la première fois par MM. Coze et Feltz il y a quelques années, et dont M. Davaine a repris l'étude l'année dernière. M. Davaine démontre, par des expériences faites sur des lapins et des cochons d'Inde, qu'une

goutte de sang d'un animal *septicémié* est capable de communiquer la même affection à un deuxième animal auquel on l'inocule, qu'une goutte prise à celui-ci peut transmettre la maladie à un troisième individu, et ainsi de suite. De plus — chose étrange, — l'énergie toxique du sang de ces animaux augmente au fur et à mesure qu'on avance dans la série des inoculations. La culture du virus en exalte les propriétés malfaisantes. Cet accroissement graduel de la puissance virulente est tel qu'en empruntant une goutte de sang à un animal qui représente le vingt-cinquième terme d'une série d'inoculations successives, et en diluant cette goutte dans de l'eau, de façon qu'une goutte de la dilution corresponde à un trillionième de la goutte primitive, on a un liquide dont la plus petite quantité manifeste encore une activité mortelle. Ces expériences de M. Davaine, dans lesquelles on voit le degré de nocuité s'accroître en raison inverse de la quantité apparente du poison, ont été répétées et confirmées par plusieurs physiologistes éminents, entre autres par M. Bouley; elles ont produit dans les écoles de physiologie et de médecine une émotion qui dure encore. Indépendamment de la difficulté intrinsèque de concevoir l'influence de ces doses infinitésimales, on y a vu un argument de nature à fortifier les assertions de l'homœopathie. Si cette difficulté est réelle, quoique surmontable, cet argument, disons-le, n'a aucune valeur. Examinons d'abord la difficulté. Cette goutte encore mortelle, et qui ne représente qu'une fraction infiniment petite de la quantité primitive de matière toxique dont elle est parente éloignée, cette goutte ne laisse plus apercevoir aucun corpuscule. Cela est vrai,

mais elle en contient des germes, et des germes dont la dimension, le nombre et la fécondité sont tels que rien ne les empêche de repulluler indéfiniment, en dépit de tous les efforts tentés pour les faire disparaître. Les discussions qui viennent d'avoir lieu à l'Académie de médecine sur ce grave sujet, presque en même temps qu'on débattait dans l'Académie des sciences la question des ferments, ne laissent aucun doute sur la réalité de cette repullulation des germes virulents par la culture. Est-ce maintenant un argument pour les homœopathes? Pas le moins du monde. Les homœopathes attribuent des effets curatifs à des doses extrêmement petites de certaines substances inorganiques dont l'inertie est évidente, et qui ne peuvent en aucune façon se reproduire. Si les éléments de la virulence déterminent des perturbations si profondes dans les organismes animaux, ce n'est pas à cause de leur extrême petitesse, c'est parce qu'ils se multiplient avec une rapidité prodigieuse au sein même des tissus et des humeurs, où ils travaillent dans un dessein contraire à l'harmonie du corps.

Quoi qu'il en soit, les vibrions et les bactéries jouent un rôle incontestable dans la production des maladies de l'homme. On les trouve dans le sang des individus atteints de maladies infectieuses, et s'ils n'ont, avec beaucoup de celles-ci, que des rapports de concomitance, ils ont avec d'autres des rapports de causalité nettement établis. Ainsi les recherches de M. Davaine démontrent que les maladies dites *charbonneuses*, si redoutables chez l'homme et chez les animaux, sont dues au développement abondant d'une espèce de bactéries dans le sang. La fièvre typhoïde paraît reconnaître aussi une

cause du même genre. Les lapins succombent à l'inoculation du sang provenant d'hommes atteints de cette maladie. Nos connaissances sur ce difficile sujet sont, il faut le confesser, encore peu avancées, malgré l'ardeur avec laquelle on travaille à les étendre depuis quelques années. Les illusions du microscope et les exagérations de l'esprit de système compromettent trop souvent la valeur des travaux entrepris dans cette direction. Sans aller jusqu'à l'opinion de ceux qui attribuent toutes les maladies à des corpuscules microscopiques et considèrent tous les phénomènes morbides comme des fermentations, il faut admettre en tout cas que ces corpuscules, disséminés dans l'air, ont une grande place parmi les ennemis éternels de la santé. De tout temps, les chirurgiens et les médecins ont reconnu le danger de la pénétration de l'air ordinaire à l'intérieur de l'organisme, par la voie des plaies ou autrement. On sait aujourd'hui expliquer le péril. Ce ne sont pas les gaz de l'air qui sont dangereux. C'est aux proto-organismes que ce fluide recèle qu'il faut attribuer l'influence funeste qu'il exerce dans les traumatismes. L'infection putride n'a pas d'autre origine. Aussi la préoccupation des praticiens est-elle maintenant de soustraire les plaies à l'accès des germes de l'air, soit au moyen de vernis imperméables, soit au moyens de pansements antiseptiques alcoolisés, phéniqués, soit par l'occlusion pneumatique, soit enfin par la filtration de l'air même à travers le coton. Sous l'influence des idées définitivement introduites dans la science par les travaux que nous venons de résumer, plusieurs pratiques chirurgicales subissent ainsi des modifications profondes.

Après avoir examiné les altérations produites sur les vivants, il faut considérer celles que les ferments déterminent chez les morts. Quand la vie s'est peu à peu retirée de toutes les parties d'un être organisé, quand, toutes les morts partielles ayant eu lieu, la mort totale a envahi les profondeurs de l'être et brisé tous les ressorts de son activité, l'œuvre de la putréfaction commence. Il s'agit de défaire ce cadavre, d'en détruire les formes et d'en dissocier les matériaux. Il s'agit de le désorganiser, de le réduire en solides, en liquides et en gaz, capables de rentrer dans l'immense réservoir d'où émane sans cesse une vie nouvelle. Telle est la besogne que la chaleur, l'humidité, l'air et les germes vont entreprendre de concert. Tout cela se fait avec la plus grande diligence. La nature ne temporise pas : sitôt que le corps est glacé, le vernis protecteur qui en recouvre toute la surface, c'est-à-dire l'épithélium, se rompt par endroits, surtout dans les régions humides. Les ouvriers de désorganisation, vibrions et bactéries, ou plutôt les germes de ces corpuscules filiformes, pénètrent dans la peau, s'insinuent dans les petits vaisseaux, envahissent tout le sang et peu à peu tous les organes. Bientôt ils grouillent partout, presque aussi nombreux que les molécules chimiques au milieu desquelles ils s'agitent en tourbillonnant. Les matières albuminoïdes sont décomposées en gaz fétides qui se répandent dans l'atmosphère. Les sels fixes, alcalins et alcalino-terreux, se séparent lentement des substances organiques, avec lesquelles ils concouraient à former les tissus. Les graisses s'oxydent, rancissent, l'humidité se dégage. Tout ce qui est volatil s'évanouit, et au bout d'un certain temps il ne reste plus, outre le squelette,

qu'un mélange informe de principes minéraux, une sorte d'humus prêt à engraisser la terre. Or toutes ces opérations compliquées ont exigé absolument l'intervention des infusoires de la putréfaction. Dans l'air pur et privé de germes vivants, elles n'auraient point eu lieu. Pour supprimer les fermentations putrides, pour assurer le maintien des matières végétales ou animales dans un état de complète intégrité, il n'y a qu'un moyen, mais un moyen infaillible, c'est de les soustraire rigoureusement à l'accès des germes aériens de vibrions et de bactéries. Soit que, pratiquant la méthode d'Appert, on soumette préalablement ces matières à l'action d'une haute température pour les conserver ensuite dans des vases hermétiquement fermés, soit que, comme l'a fait voir tout récemment encore M. Boussingault, on les introduise dans un milieu très-froid, soit qu'on les imprègne de sels doués de vertus antiseptiques, dans tous les cas on les préserve d'altération en paralysant l'effet des organismes inférieurs. La putréfaction des animaux n'est pas plus possible que la fermentation du jus de raisin, du moût d'orge, du lait, etc., quand les germes sont mis dans l'impossibilité d'agir. C'est encore là un fait démontré par M. Pasteur.

Nous venons de prononcer le mot de substances antiseptiques, c'est-à-dire capables de détruire les germes, d'entraver l'action des ferments. On conçoit l'intérêt qui s'attache à de semblables produits. De fait, ils sont aujourd'hui le principal objectif des investigations thérapeutiques. En même temps que les physiologistes et les chimistes s'occupent, avec un zèle persévérant, d'étudier la fonction des corpuscules microscopiques dans la nature vivante, les médecins, qui en aper-

çoivent la multiple et funeste activité pathogénique, recherchent le moyen de les atteindre et de les détruire. Tout le monde connaît les principes, comme l'acide phénique, qu'on extrait du goudron et qui se trouve aussi dans la fumée, à laquelle ils communiquent des propriétés antiseptiques utilisées de temps immémorial. On a découvert dernièrement d'autres substances non moins remarquables par l'énergie antifermentescible et antivirulente. De ce nombre sont les sulfites et hyposulfites alcalins, qui ont fait l'objet de recherches très-intéressantes de la part d'un médecin italien, M. Polli, les borates et silicates de potasse et de soude, sur lesquels M. Dumas appelait, l'année dernière, l'attention des physiologistes, l'acétate de potasse, etc. Jusqu'ici on n'étudiait l'énergie physiologique des principes actifs que sur les animaux d'un rang supérieur; M. Dumas a fait voir tout l'intérêt qu'il y aurait à examiner l'influence qu'ils exercent sur les organismes inférieurs chargés d'élaborer les ferments et sur les ferments eux-mêmes. De telles recherches non-seulement contribuent à mieux faire connaître le mécanisme même suivant lequel ces principes modifient le système des phénomènes vitaux, mais encore procurent les indications les plus utiles pour la thérapeutique. En effet, à partir du moment où M. Dumas et d'autres chimistes ont fait connaître le résultat de leurs investigations à ce sujet, moment qui a coïncidé d'ailleurs avec les expériences de M. Davaine sur la septicémie, un vaste ensemble d'essais a été institué, dans les hôpitaux et dans les laboratoires, pour reconnaître dans quelles mesures ces substances antifermentescibles entravent les fermentations morbides. Ces essais sont en voie

d'exécution. Nous n'y pouvons pas insister; mais on est autorisé à dire dès maintenant qu'ils ne seront pas stériles pour l'art de guérir. Ici, comme dans tous les autres départements de l'activité scientifique, on voit les études abstraites aboutir à des découvertes utiles[1].

En définitive, tout cet immense ouvrage des fermentations, des putréfactions et des corruptions de la matière organique est accompli dans le monde par un petit nombre d'espèces de cellules et de filaments microscopiques, par des champignons et des algues de l'ordre le plus infime, dont les germes remplissent notre atmosphère. C'est là une des plus solides acquisitions de la science moderne, une des plus importantes au point de vue de la philosophie de la nature, une des plus fécondes pour les arts qui se préoccupent d'améliorer la condition humaine. On peut la regarder aujourd'hui comme définitivement établie; n'oublions pas que cet établissement a coûté deux siècles de recherches et d'efforts. Leuwenhoek le premier, au milieu du XVII[e] siècle, révéla le monde microscopique des airs et en pressentit le rôle considérable. Que de pénibles labeurs, que de luttes, que de longues épreuves, depuis les observations du micrographe hollandais jusqu'aux expérimentations de notre illustre compatriote et contemporain M. Pasteur!

[1] Depuis que ces lignes ont été écrites, le silicate de soude, grâce aux recherches que j'ai faites avec M. Rabuteau, a pris place définitivement dans la thérapeutique d'un certain nombre d'affections purulentes et putrides.

LES GRANDES ÉPIDÉMIES. — LE CHOLÉRA INDIEN[1]

I

C'est le lundi 26 mars 1832 que le choléra épidémique se montra pour la première fois à Paris. Quatre personnes, qui demeuraient dans des quartiers différents, furent atteintes dans la journée et moururent en peu d'heures. Le 31 mars, trente-cinq quartiers de la capitale se trouvaient envahis, et dès le lendemain les treize autres. Les malades offraient tous le même ensemble de symptômes. Déjà signalés par les médecins qui avaient observé la maladie dans les pays voisins, ces symptômes devinrent bientôt aussi familiers que ceux de toute autre affection aux praticiens de Paris et du reste de la France.

Comment le choléra était-il arrivé en France? Au mois d'août 1817, il sévissait avec une extraordinaire violence à Jessore, d'où il s'étendit bientôt sur toute la

[1] *Revue des deux mondes* du 15 octobre 1872.

province du Bengale, de l'embouchure du Gange au confluent de la Jumna. En 1819, il régnait dans les Indes inférieures, à Sumatra, à l'île de France; en 1820 et 1821, il occupait toute la Chine, l'archipel des Philippines, Java. En même temps, il traversait le golfe d'Oman, se propageait le long des bords du golfe Persique et pénétrait en Perse. Il désola longtemps cette dernière contrée avant de pénétrer en Europe. Enfin, en 1823, partant de Recht, dans la province de Ghilan, il longea le littoral de la mer Caspienne et franchit la frontière russe. Dès le 22 septembre de cette année, il avait atteint Astrakan. Il n'y fit cependant qu'une courte apparition; mais en 1829 le choléra, qui n'avait pas cessé de sévir dans le nord de la Perse et dans l'Afghanistan, fut apporté à Orenbourg, puis à Tiflis, puis à Astrakan, et cette fois pour gagner la Russie entière. Dès le 20 septembre 1830, il éclatait à Moscou, où il régna un an. L'épidémie s'étendit ensuite jusqu'à Kiev et à travers toutes les provinces occidentales de la Russie jusqu'aux frontières de la Pologne. Les armées qui étaient alors en campagne dans ce pays contribuèrent notablement à la propagation de la maladie, et c'est là qu'on vit pour la première fois avec netteté la transmission de l'épidémie par les mouvements de troupes. En mai et juin 1831, la Moldavie et la Galicie, en août la Prusse, furent envahies; puis vinrent la Hongrie, la Transylvanie et le littoral de la Baltique. Le 27 janvier 1832, le choléra était annoncé à Édimbourg, et le 10 février on le signalait à Londres. Des côtes anglaises, le fléau menaçait la France et la Hollande. Le 15 mars 1832, il apparaissait à Calais, et le 26 mars il était à Paris. L'épidémie dans la grande

cité dura six mois; elle atteignit son maximum d'intensité le 9 avril, où il y eut 814 décès, resta stationnaire pendant quelques jours, puis commença de décroître : 18 400 personnes furent enlevées sur une population de 945 000 habitants. De Paris, l'épidémie avait rayonné dans toutes les directions et gagné peu à peu le reste de la France. Des émigrés anglais l'avaient d'autre part transportée en Amérique, en Portugal et en Espagne. Elle ne parvint en Italie qu'en 1835. La Suisse et la Grèce furent épargnées. Cette première invasion a été, on le voit, très-lente : elle a mis vingt ans à gagner le monde. Les invasions ultérieures montreront plus de diligence. Par suite de l'activité des transports, de la fréquence et de la rapidité des communications, les germes du choléra circuleront désormais avec une promptitude étonnante.

Entre les années 1837 et 1847, l'Europe, délivrée du choléra, n'en eut guère de souci; mais les médecins, qui suivaient d'un œil attentif la marche des maladies à la surface de la terre, n'avaient pas cessé d'appréhender le retour plus ou moins prochain du fléau asiatique. Une épidémie qui avait désolé l'empire birman en 1842, puis l'Afghanistan et la Tartarie, était parvenue en Perse à la fin de 1845. De là elle se porta dans deux directions différentes, de l'est à l'ouest par Bagdad et la Mecque, et du côté du nord vers Tauris et les provinces caucasiennes. Dès les premiers jours de 1847, le choléra éclatait à l'ouest du Caucase dans les rangs de l'armée russe, qui tenait la campagne en Circassie, et il gagna peu à peu le reste de l'Europe. Ainsi le 5 octobre 1848 un bâtiment venant de Hambourg et ayant à bord des marins atteints du choléra débarquait

à Sunderland; le 24 octobre, une partie de la Grande-Bretagne était infectée; le 20 du même mois, immédiatement après l'entrée d'un navire anglais à Dunkerque, l'épidémie se montra dans le nord de la France. Lille, Calais, Fécamp, Dieppe, Rouen, Douai, subirent successivement les atteintes du fléau. Le 29 janvier 1849, aussitôt après l'arrivée d'un bataillon de chasseurs à pied venant de Douai, un premier cas de choléra fut observé à Saint-Denis. Le 7 mars, la maladie était à Paris.

Les deux épidémies dont il vient d'être question sont donc immédiatement d'origine asiatique. On n'en saurait dire autant de celle qui sévit en Europe de 1852 à 1855; du moins on n'a pas suivi la trace d'un parcours épidémique effectué de l'est à l'ouest et du sud au nord. Cette épidémie, après avoir sévi faiblement en Bohême vers la fin de 1851, se montre avec une intensité extraordinaire et soudaine, dès le mois de mai 1852, dans le grand-duché de Posen, d'où elle se propage d'abord à l'est, du côté de la Russie, puis à l'ouest, du côté de l'Allemagne. En 1853, on la voit en Danemark, en Suède, en Norvége, puis en Angleterre et en France, où elle acquiert toute son intensité en 1854. Pendant cette année néfaste, le fléau ravagea l'Europe entière. Les grands mouvements de troupes qui eurent lieu à cette époque favorisèrent la diffusion du poison, en même temps que les agglomérations considérables qui se trouvaient en Turquie et en Crimée constituaient comme un foyer secondaire pour la multiplication des effluves épidémiques. Le choléra de 1852-55 fit son entrée à Paris en novembre 1853, s'y assoupit en janvier 1854, se ranima en février,

et sévit surtout en mars et pendant les mois suivants, pour quitter la capitale au mois d'août. Soixante-six départements, particulièrement ceux du nord-est, reçurent la visite de l'épidémie. Il est à noter que la Suisse, qui avait résisté aux deux précédentes invasions, paya cette fois son tribut.

Jusqu'alors les épidémies n'avaient pénétré en Europe que par la voie de la terre. L'épidémie de 1865-66 y a fait son entrée par mer, par les ports, principalement par Marseille et Constantinople. Le choléra fut importé en 1865 dans l'Hedjaz par la voie de l'Inde et de Java. Il y fit d'épouvantables ravages, et les pèlerins, affolés de terreur, se rendirent en masse à Djeddah[1], sur la mer Rouge, où ils obtinrent presque de force d'être embarqués à destination de Suez. Du 17 mai au 10 juin, dix bateaux à vapeur amenèrent dans cette ville de 12 à 15 000 pèlerins plus ou moins malades, qui de là se répandirent dans toute l'Égypte. Dès le 2 juin, l'Égypte était envahie, et en moins de trois mois on y compta près de 60 000 victimes. La panique qui s'empara des habitants provoqua une émigration considérable, qui se porta sur les grandes villes commerciales du littoral méditerranéen : Beyrouth, Chypre, Malte, Smyrne, Constantinople, Trieste, Marseille, d'où le choléra put facilement se propager dans le reste de l'Europe[2]. Dans les autres épidémies, la maladie

[1] Djeddah est un port de la Mer-Rouge éloigné seulement de deux journées de marche de la Mecque ; c'est là que s'embarquent les pèlerins qui veulent regagner par mer l'Égypte l'Asie Mineure, etc.

[2] La mortalité provoquée par cette épidémie en France n'est pas encore bien connue. A Paris seulement elle a fait plus de 6000 victimes.

cheminant par terre mettait des années à parcourir des voies difficiles. Cette fois, emportée à travers les mers par la vapeur, il ne lui fallut que quelques mois pour être maîtresse de l'Europe.

En résumé, on compte jusqu'ici en France quatre grandes épidémies, l'épidémie de 1832, celle de 1849, celle de 1854-55, enfin celle de 1865, qui dure plus de deux ans. L'invasion de 1832 atteint cinquante-six départements, et fait dans l'année de 110 000 à 120 000 victimes; en 1849, le fléau désole cinquante-sept départements et cause de 100 000 à 110 000 décès; l'épidémie de 1854 envahit graduellement soixante-dix départements et frappe plus de 150 000 personnes; celle de 1865 se montre au mois de juin, sévit pendant quelque temps à Marseille et à Toulon, gagne Paris seulement plusieurs mois plus tard, s'y réveille l'été suivant, se prolonge pendant l'hiver dans le nord-ouest de la France, et ne s'apaise complétement qu'à la fin de 1867, après avoir ravagé moins de territoire et occasionné moins de mortalité que les épidémies précédentes.

Si la science a pu reconnaître avec quelque certitude la marche géographique des symptômes du choléra, elle a été jusqu'ici impuissante à déterminer les vrais rapports de cette maladie avec l'ensemble des conditions climatériques, géologiques, économiques, etc. Les recherches nombreuses et persévérantes entreprises à ce sujet n'ont encore fourni que des résultats douteux et contradictoires. En Europe, les lieux élevés ont été généralement préservés, mais l'épidémie a violemment sévi sur les plateaux du Mexique et sur les sommets de l'Himalaya. Si des localités assises

sur le granit et sur d'autres roches compactes ont paru jouir d'une immunité particulière, comme l'a montré M. Pettenkofer, on connaît des cas, tels que celui d'Helsingfors, en 1848, où les parties de la ville bâties sur le granit furent décimées, tandis que les parties marécageuses et voisines du rivage restèrent indemnes. Certaines contrées comme le Wurtemberg, certaines villes comme Lyon, ont échappé jusqu'ici à peu près complètement aux atteintes du fléau, sans qu'on puisse l'expliquer. Ce qu'il y a de moins contestable, c'est que les grandes agglomérations favorisent le développement de l'épidémie. Les armées en campagne, les cités populeuses, constituent comme des foyers d'où elle rayonne. Ainsi la guerre de Pologne en 1831 semble avoir été la cause de la propagation rapide du choléra en Europe. On ne connaît pas d'exemple d'une population rurale ravagée par l'épidémie sans qu'une ville des environs n'en eût auparavant subi l'influence. Dans les villes, les quartiers les plus compactes et les plus malsains sont envahis et éprouvés plus que les autres. Bref, le choléra a une affinité spéciale pour les agrégations humaines; c'est en elles qu'il se concentre et par elles qu'il se répand. A cet égard, les faits observés sont décisifs, et nul argument ne saurait prévaloir contre l'ensemble des témoignages. L'étude attentive des épidémies prouve que ce n'est ni aux vents, ni aux cours d'eau, ni à de prétendues diffusions miasmatiques, qu'il faut attribuer l'extension plus ou moins rapide du choléra en dehors de son foyer d'éclosion; qu'il faut l'attribuer aux foires, aux pèlerinages, aux mouvements de troupes et autres déplacements collectifs de cette sorte. Des voyageurs isolés et bien

portants n'ont, on le conçoit, que peu de chances de transporter la maladie d'un pays infecté à un pays indemne; mais des voyageurs en bandes, parmi lesquels il s'en trouve toujours de plus ou moins malades, emportent nécessairement avec eux les germes du fléau. La guerre de Crimée en a fourni maintes démonstrations; cette fois ce sont nos troupes qui ont importé le choléra en Orient. Le fait suivant est particulièrement instructif : la division Bosquet, en proie au choléra, vint le 7 août camper à Baltchick, où était mouillée une grande partie de notre escadre, jusqu'alors indemne. Au bout de dix jours, celle-ci était envahie, et en moins d'une semaine elle comptait, sur un effectif de 13 000 marins, plus de 800 morts. S'il était nécessaire d'insister, on pourrait rappeler encore l'importation du choléra de 1865 à la Guadeloupe. Les travaux de M. Marchal de Calvi et d'un savant médecin de notre marine, M. Pellarin, ont démontré que le choléra fut introduit à la Pointe-à-Pitre par le trois-mâts la *Sainte-Marie*, armé à Bordeaux le 14 septembre 1865, expédié le même jour pour Matamoros (Mexique), et arrivé en relâche à la Pointe-à-Pitre le 20 octobre suivant.

En somme, il est certain que le choléra se transmet d'un pays à l'autre par le déplacement des masses humaines, qui sont de véritables foyers mobiles. Il suit constamment les grandes voies de communication, les routes fréquentées, les fleuves navigables, etc. Qu'il s'agisse des pèlerins dans l'Inde, des caravanes dans la haute Asie et la Russie orientale, des armées à travers le Caucase ou dans notre expédition de Crimée, des émigrants en Amérique ou des pèlerins musulmans de la

Mecque, les conditions de transmissibilité de l'épidémie sont toujours les mêmes, la propagation se fait toujours d'autant plus vite que les moyens de communication sont plus rapides.

Comment l'homme transporte-t-il le choléra? La question n'est pas complétement résolue. Les uns admettent que les germes épidémiques sont fixés dans l'organisme même, où ils conservent leur vitalité. D'autres, comme M. Péttenkofer, qui a publié à ce sujet de remarquables travaux, pensent que l'homme en tant qu'individu ne joue presque aucun rôle dans la propagation du mal. Ce médecin affirme que ni le corps vivant, ni le cadavre, ni les excrétions des cholériques n'ont le pouvoir de retenir et de multiplier le miasme inconnu qui est la cause de la diffusion morbide. D'après M. Pettenkofer, ce n'est même pas dans un état physiologique particulier des populations indiennes du bassin du Gange qu'il faudrait chercher l'origine du choléra; le mal naîtrait de certaines circonstances de sol et de climat, et de même ne se propagerait que grâce au concours de certains éléments telluriques et atmosphériques. Prétendre que ni l'homme ni les matières animales n'interviennent dans la production des émanations cholériques, c'est peut-être aller un peu loin, et il n'est pas probable qu'on accepte généralement la théorie de M. Pettenkofer, si ingénieuse qu'elle paraisse. Le choléra se répand quelquefois par l'intermédiaire de personnes qui n'en sont pas atteintes : c'est le seul argument des partisans de la non-transmissibilité de la maladie, mais il n'a guère de valeur, si l'on établit que les germes cholériques peuvent avoir pour véhicule des vête-

ments, des bagages, des marchandises, etc. Or c'est ce qu'ont démontré plusieurs auteurs, entre autres M. Grimaud de Caux. Ce dernier affirme même avoir observé à la poste de Marseille des cas de choléra transmis par des paquets de lettres.

Le choléra est-il contagieux? Il est incontestable que le choléra est importé dans un pays par des agglomérations qui l'ont contracté dans un autre pays; mais la transmission n'est pas directe. Un cholérique déterminé ne transmet pas le mal à telle ou telle personne qui à son tour le communique à une autre, et ainsi de suite. Les premiers malades qui arrivent dans une localité indemne infectent l'atmosphère locale, et c'est dans cette atmosphère infecte que se multiplient les germes de l'épidémie, qui fera plus ou moins de victimes; mais celles-ci peuvent se trouver aussi bien parmi les gens qui se sont le plus tenus à l'écart que parmi ceux qui ont approché les cholériques. Fort peu de médecins succombent en soignant ces derniers. Peut-être n'est-il pas inutile de rappeler à ce sujet notre expérience personnelle et les observations que nous avons faites durant l'épidémie de 1865, en compagnie de MM. Legros et Goujon, dans le laboratoire de M. Robin, à l'école pratique de la Faculté de médecine. Occupés pendant plusieurs mois, et sans nous entourer d'aucune précaution, à manier et à étudier de toute façon du sang et des déjections de cholériques, nous n'en avons éprouvé aucune influence délétère, aucun malaise. M. Sédillot nous a raconté que, pendant la campagne de Pologne (1831), il lui est arrivé plus d'une fois de coucher impunément sur du linge qui venait d'être quitté par des malades morts du

choléra. Il est donc clair que celui-ci ne se transmet point par le contact d'individus ou d'objets contaminés. C'est l'air qui, dans une région plus ou moins limitées, est le réceptacle de la matière subtile et inconnue où réside le poison; nous disons le réceptacle et non le véhicule, car le germe cholérique qui se multiplie dans cette région ne tend pas spontanément à s'en éloigner. Ce qui l'entraîne au dehors et le propage au loin, ce sont les incessantes migrations de l'homme.

Les recherches fort remarquables de M. Tholozan ont mis hors de doute qu'indépendamment des quatre grandes épidémies, le choléra n'a presque jamais cessé, depuis 1830, d'exister en Europe à divers degrés d'intensité et sous des formes variables. Chez nous, comme dans l'Inde, il peut être épidémique, endémique ou sporadique. On a essayé, il est vrai, d'établir une distinction entre le choléra qui donne la mort à un grand nombre de personnes en même temps et celui qui ne fait que des victimes isolées [1]; au fond, les deux maladies ne présentent pas de différences spécifiques. La première, quand elle a consommé son œuvre, s'assoupit et s'éteint en apparence, mais elle ne cesse pas de trahir çà et là sa présence à des intervalles plus ou moins rapprochés.

[1] Ce dernier a reçu le nom de *choléra nostras*, par opposition à celui de *choléra asiatique*.

II

On a vu que la première grande épidémie observée aux Indes, avant son apparition en Europe, s'est produite en 1817; c'est à cette époque que le choléra devint voyageur, mais il existait en Asie depuis longtemps. Les témoignages de la philologie et de l'archéologie établissent d'une façon décisive qu'il y a été connu de toute antiquité. La mythologie indoue raconte que les deux Aswins ou fils de Surya (le soleil) enseignèrent la médecine à Indra, lequel composa l'*Ayur-Véda*, le plus ancien livre médical de l'Inde. A son tour, Indra enseigna la médecine à Dhawantrie, et celui-ci eut pour disciple Susruta, contemporain de Rama, le héros du Ramayana. Or Susruta a laissé un ouvrage qui existe encore, que le docteur Wise, directeur du service médical au Bengale, a traduit et résumé en 1845, et où l'on trouve une description nette du choléra. Il est difficile d'assigner la date de cet écrit; cependant M. Tholozan croit avoir de bonnes raisons de la placer vers le IIIe siècle avant l'ère chrétienne. D'autres ouvrages sanscrits de la même époque mentionnent une maladie semblable. Le document le plus curieux est une inscription relevée à Vizzianuggur par M. Sanderson, sur un monolithe qui fait partie des ruines d'un ancien temple. Cette inscription, qui est attribuée à un disciple de Bouddha et qui paraît dater d'une

époque antérieure à la conquête d'Alexandre, porte ce qui suit : « Les lèvres bleues, la face amaigrie, les yeux caves, le ventre noueux, les membres contractés et crispés comme par l'effet du feu, caractérisent le choléra, qui descend par la maligne conjuration des prêtres pour détruire les braves. La respiration épaisse adhère à la face du guerrier, ses doigts sont tordus en différents sens et contractés ; il meurt dans les contorsions, victime de la colère de Siva. » — Beaucoup d'ouvrages indous et persans de date plus récente renferment des documents analogues. Quand les Portugais, dès 1498, plus tard les Hollandais et les Anglais, abordèrent sur les côtes de l'Inde, ils eurent de nombreuses occasions d'observer le choléra épidémique, et il n'est pas étonnant que la description de cette maladie ait pu être faite au XVIIe siècle par des médecins européens. On a encore les annales détaillées des épidémies qui sévirent au XVIIIe siècle, et dont la plus fameuse est celle de Hurdwar. Bref, à quelque âge qu'on se reporte, on trouve un des anneaux de la longue chaîne chronologique du choléra, laquelle commence avec les plus anciens livres de la médecine indoue.

Les causes qui de tout temps ont favorisé le développement du choléra aux Indes y agissent encore aujourd'hui. Presque tous les ans la maladie se déclare dans les endroits où se réunissent les pèlerins. Parmi ces localités, dont quelques-unes sont aussi des villes de commerce, trois surtout attirent la foule : ce sont Hurdwar, dans le nord de l'Hindoustan, sur le Gange, Juggurnath, sur la côte d'Orissa, au nord-ouest du golfe du Bengale, et Conjeveran, au sud de Madras. Les pèlerins y arrivent pendant la saison chaude,

après un trajet souvent de plus de cent lieues presque toujours fait à pied, dans un état d'épuisement et de misère dont il est difficile de se former une idée. Une fois dans ces lieux saints, l'agglomération, la mauvaise nourriture, la malpropreté, la débauche, les mettent dans des conditions telles que les germes morbides se développent, et que l'épidémie s'allume au milieu d'eux. Cette multitude infectée se disperse ensuite, et traverse le pays en tout sens, semant les miasmes et la contagion.

Ces immenses agglomérations favorisent donc la propagation du choléra. En sont-elles en même temps les causes productrices? On ne saurait répondre catégoriquement à cette question. Toutes les hypothèses possibles ont été faites sur l'origine du choléra aux Indes, mais aucune n'explique vraiment la difficulté. Quelle est la cause qui provoque la genèse du miasme? Est-ce l'agglomération des pèlerins dans de mauvaises conditions hygiéniques? est-ce la putréfaction des détritus végétaux, sous un soleil torride, ou la stagnation des eaux du Gange, chargées d'impuretés et de cadavres, ou bien encore un état particulier du sol? On l'ignore. Ce qu'il y a de certain, c'est que les pèlerinages aident à la propagation du choléra, c'est que celui-ci recherche en quelque sorte une atmosphère pestilentielle. Par conséquent il est sage de souhaiter que le gouvernement britannique surveille les pèlerinages et imprime plus d'activité aux travaux de canalisation et de salubrité qu'il a entrepris pour assainir le pays. Quand de savants médecins proposent d'aller attaquer le mal à sa racine pour le détruire à tout jamais, et prêchent une croisade aux Indes dans laquelle tous les peuples civi-

lisés s'uniraient pour couper les têtes de l'hydre, comme autrefois Hercule coupa celles du monstre de Lerne, on peut applaudir à la généreuse hardiesse du projet, mais on se demande par quels moyens on le mettrait à exécution.

La Perse, située entre l'Inde et l'Europe, n'est pas un foyer de choléra, mais c'est un pays où la maladie trouve un terrain si approprié qu'elle y règne très-souvent. Il y a peu d'années encore, le royaume du shah offrait sous ce rapport un triste spectacle. Les immondices n'étaient pas enlevées; les cadavres des animaux, chameaux, bœufs, chevaux, mulets, étaient dévorés par les chiens, les chacals et les oiseaux de proie, dans les villes ou dans les environs. Une croyance religieuse très-enracinée y faisait considérer comme un devoir de transporter les morts au loin pour les inhumer dans des sépultures saintes. Ce transport se pratiquait dans des conditions déplorables. Les corps, parvenus à différents degrés de putréfaction, étaient enroulés dans de simples feutres, rarement enfermés dans des bières en planches minces et mal jointes. En cet état, les cadavres étaient transportés à dos de chameau ou de mulet, en toute saison, à des distances de trente ou quarante journées de marche en moyenne. Il y avait des caravanes de cadavres, de même qu'il y a des caravanes de pèlerins, et il est arrivé à des voyageurs d'en rencontrer qui portaient ainsi de 100 à 200 morts. Il n'est pas besoin de dire combien ces charniers ambulants devaient, en infectant l'atmosphère, favoriser l'activité des manifestations épidémiques. La conférence internationale recommanda au gouvernement persan d'empêcher par tous les moyens

possibles, sur son territoire, la multiplication du poison cholérique. Elle insista pour obtenir la suppression des pratiques et des coutumes qui ne peuvent qu'entretenir l'insalubrité dans le pays; elle réclama l'institution de conseils de santé chargés d'assurer l'exécution des règlements reconnus indispensables pour défendre la Perse elle-même, et par suite pour protéger l'Europe contre l'invasion du fléau. Des vœux analogues avaient déjà été exprimés plusieurs fois devant le shah de Perse par son médecin, M. Tholozan. Dès 1867, un ordre formel du souverain interdisait partout le transport des cadavres; en même temps, d'autres réformes sanitaires étaient préparées. Les avis de la conférence ne pouvaient donc en général qu'être bien accueillis par le gouvernement de Téhéran; mais, si ce dernier n'a fait aucune résistance, il ne lui a pas été et il ne lui est pas encore facile de vaincre celle des habitants. On n'obtient pas en un jour, surtout parmi les populations orientales, la suppression des coutumes séculaires qui se lient à des préjugés religieux. Les membres de la conférence paraissent n'avoir pas toujours suffisamment tenu compte des difficultés d'une pareille entreprise, et M. Tholozan a insisté avec beaucoup de sagesse sur la nécessité d'y apporter de la circonspection et de la mesure. Quoi qu'il en soit, M. Proust, médecin des hôpitaux de Paris, qui a été chargé, en 1869, d'une mission en Russie et en Perse, afin d'étudier la prophylaxie du choléra, a pu constater par lui-même les excellentes dispositions de l'administration persane. « La plupart des moyens dont le gouvernement français recommanderait l'application, dit M. Proust, ont déjà été inau-

gurés par le gouvernement du shah. Un conseil supérieur de santé a été institué; dans ce conseil, les principaux médecins de la Perse ont été invités à siéger. Ils se sont occupés des questions les plus importantes de l'hygiène privée et publique. » Ajoutons que le gouvernement persan a résolu, sur la proposition de M. Tholozan, de décréter l'interruption de toute communication et d'empêcher les pèlerinages en cas d'invasion constatée du choléra dans les pays limitrophes. Bref, la situation est fort améliorée en ce qui concerne l'hygiène intérieure de la Perse, elle s'améliore chaque jour davantage, et c'est un grand point; mais une nouvelle question se pose maintenant : comment empêcher le choléra de passer d'Asie en Europe? C'est une des plus sérieuses difficultés de la police sanitaire et de l'hygiène internationale. Examinons ce qui a été fait pour la résoudre et dans quelle mesure on y a réussi ou plutôt on peut espérer d'y réussir.

Le choléra vient d'Asie en Europe par terre et par mer, c'est-à-dire par la frontière russo-persane et par la mer Caspienne. Il peut y arriver aussi à travers la Méditerranée, soit de l'Asie Mineure, soit de l'Égypte, et par conséquent il y a lieu d'en empêcher l'importation dans ces deux pays par les frontières qui les séparent soit de la Perse, soit de l'Arabie. Cette simple indication géographique montre l'étendue et la complexité du système de préservation qu'il s'agit d'établir. Tous les gouvernements européens ont mis une diligente activité à organiser l'ensemble des mesures prophylactiques et à préparer le fonctionnement des institutions sanitaires recommandées par les membres de la conférence, c'est-à-dire le service des qua-

rantaines. Il serait prématuré de se prononcer d'une façon définitive sur l'efficacité des quarantaines; il convient pourtant de dire qu'un certain nombre de médecins compétents la nient sans réserve, et qu'une telle opinion est malheureusement trop justifiée par les faits.

M. Proust, qui a exploré avec soin la frontière russo-persane, où la Russie a établi des quarantaines et des postes de cosaques, croit qu'on peut exercer sur ce parcours une surveillance assez active pour empêcher de ce côté le passage du choléra. Il avoue toutefois que sur quelques points il est difficile de s'opposer à la circulation des contrebandiers. Pour ce qui est de l'importation par la mer Caspienne, la question est moins simple. Tous les navires qui s'éloignent du littoral persan de ce grand lac ont pour objectif, du côté russe, un certain nombre de ports dont les principaux sont Bakou, Derbent et Astrakan. Quelques-uns de ces ports ont des lazarets; d'autres, comme Astrakan, ne possèdent aucun établissement sanitaire. Le personnel ne semble pas non plus suffisant; nulle part la visite et l'interrogatoire des passagers ne sont faits sérieusement. Voilà du moins ce qu'a vu M. Proust. Ce médecin a insisté auprès des gouvernements de Russie et du Caucase pour obtenir un contrôle plus effectif et plus sévère. Il a réclamé surtout l'installation de postes de surveillance le long du littoral, de façon à empêcher au besoin le débarquement des navires qui voudraient enfreindre les prescriptions réglementaires. Rien ne serait plus aisé, puisqu'il n'y a sur la Caspienne que des bâtiments russes. D'autre part, les observations de M. Proust

venaient d'autant plus à propos que les locaux quarantenaires, construits à une autre époque contre la peste, sont en voie de transformation. M. Proust a entretenu de ces intérêts si importants plusieurs hauts fonctionnaires russes; il a développé ses idées à ce sujet devant la Société de médecine de Tiflis, et il est revenu avec la conviction que, si l'on applique exactement, comme il l'espère, les mesures qu'il a indiquées, sur le littoral de la mer Caspienne, toute importation nouvelle de la Perse en Russie deviendra très-difficile; mais ceci est le secret de l'avenir.

Transportons-nous maintenant aux limites de la Perse et de la Turquie d'Asie. Sur toute l'étendue de la frontière turco-persane, depuis le mont Ararat jusqu'au golfe Persique, l'intendance ottomane entretient des postes d'observation qu'elle transforme au besoin en quarantaines. Or ces postes, dispendieux pour le trésor, vexatoires pour les populations, surtout pour celles de Perse, ont été jusqu'ici complétement impuissants à préserver le territoire ottoman de l'invasion du choléra. Cela tient à ce qu'il y a sur cette frontière un grand nombre de tribus nomades — Kurdes, Bacthiares et autres — qui l'été mènent paître leurs troupeaux sur les hauts plateaux de la Perse, et l'hiver descendent vers les plaines de l'Asie Mineure. Il se produit ainsi sur cette ligne un mouvement continuel de migration qu'il est impossible de soumettre aux règlements quarantenaires. M. Tholozan pense avec raison que de ce côté les mesures recommandées par la conférence internationale ne seraient pas applicables.

Un système de quarantaine plus utile est celui qui a

empêché la propagation en Égypte de l'épidémie qui en 1871 sévissait dans l'Hedjaz, sur le littoral ouest de la mer Rouge. Une partie de ce pays, celle où se trouvent Médine et la Mecque, était ravagée par le choléra vers la fin de 1871. En présence du danger qui menaçait l'Égypte au moment du retour des pèlerins, l'administration sanitaire égyptienne décida d'abord qu'au besoin toute communication maritime serait interrompue entre l'Hedjaz et l'Égypte; mais, ne trouvant pas le péril imminent, elle modifia plus tard cette décision, et prescrivit que tous les pèlerins revenant de la Mecque par l'Égypte iraient d'abord faire quarantaine à El-Wedj, petit port de la côte arabique, situé à 350 milles de Suez, après quoi ils pourraient traverser l'isthme par le canal, sans passer en Égypte, ou bien subir une nouvelle observation dans le campement installé à cet effet aux sources de Moïse. Un lazaret sous tentes fut donc organisé à El-Wedj, sous la direction de deux médecins. Une commission spéciale fut placée à Suez pour inspecter tous les arrivages, et les médecins préposés à la surveillance de l'Hedjaz furent invités à transmettre en Égypte des rapports sur la condition sanitaire des pèlerins. Les cérémonies eurent lieu sans que le choléra fît son apparition ordinaire, et l'on crut un moment pouvoir autoriser les navires chargés de pèlerins à se rendre directement à Suez. Un premier départ allait avoir lieu quand l'épidémie se déclarait à la Mecque. Un courrier apporta aussitôt à Djeddah l'ordre de délivrer patente brute aux navires et d'envoyer ceux-ci à El-Wedj. On imagine facilement la déception des agents d'embarquement et des capitaines. Aussi plusieurs de ces der-

niers déclarèrent qu'ils n'en iraient pas moins tout droit à Suez. L'énergie des médecins ne parvint qu'à grand'peine à les en empêcher. En même temps, ce r-veil du choléra à la Mecque produisit une si grande panique parmi les pèlerins que ceux-ci quittèrent la ville au plus vite, de façon à rendre impraticable l'échelonnement des départs. Quoi qu'il en fût, le lazaret d'El-Wedj remplit convenablement son office, grâce à l'intelligence et au dévouement des médecins, et le choléra ne pénétra point en Égypte.

Si dans certains cas le système des quarantaines par mer est efficace, la plupart du temps il ne fournit pas aux gouvernements le moyen d'intercepter sûrement le choléra. Voici un nouvel exemple, qui est des plus instructifs, et par lequel nous terminerons ces remarques sur la prophylaxie internationale du fléau asiatique.

Jusqu'au mois de mai 1856, la quarantaine était obligatoire et générale pour les personnes qui arrivaient par mer en Russie. Tous les passagers sans exception étaient soumis à une inspection sanitaire et à un internement de dix à vingt jours. Un vigneron français établi en Crimée racontait dernièrement à M. de Valcourt qu'en arrivant à Odessa en 1848, on le fit débarquer avec sa famille et les autres voyageurs sur le quai à dix heures du matin, puis on retira la planche qui avait servi de communication entre le navire et la terre. Les passagers, surveillés par les soldats de la quarantaine, durent rester sans manger ni boire, au grand soleil, jusqu'à quatre heures de l'après-midi. Enfin, entourés par une haie de factionnaires, ils furent conduits à la salle d'inspection. Là, un médecin

les interrogea et les fit complétement déshabiller. On leur remit ensuite une chemise grossière et une capote de soldat russe. Leurs vêtements ne leur furent rendus, après purification, que vingt-quatre heures plus tard. L'internement dura quinze jours, quoiqu'il n'y eût aucune épidémie ni en Russie, ni dans aucun des ports auxquels le navire avait abordé. En 1856, ces rigueurs furent supprimées. On les rétablit par la suite en les adoucissant quelque peu. Aujourd'hui, comme le choléra règne à Odessa, la quarantaine fonctionne et occupe un nombreux personnel. Or M. de Valcourt, qui revient de Russie, affirme que trente passagers par jour, en moyenne, débarquent à Odessa et y subissent la quarantaine, tandis que quatre cents voyageurs arrivent par le chemin de fer et entrent librement en ville. Du côté de la Turquie, il n'est pas moins facile d'éluder les prescriptions quarantenaires. Cette année, l'administration ottomane, pour protéger le pays contre le choléra qui règne en Russie, a établi une quarantaine de dix jours pleins à Sulina pour les navires se rendant sur le Danube, au Bosphore pour ceux qui vont à Constantinople, à Batoum pour ceux qui viennent des ports du Caucase. De plus elle a supprimé le service à vapeur entre Galatz et Odessa. Qu'arrive-t-il? C'est que les voyageurs quittent la Russie par le chemin de fer de Wolociska (frontière austro-russe) et gagnent Constantinople par Vienne et Barrach, comme vient de le faire l'ambassadeur de Russie près la Sublime Porte. Bientôt le chemin de fer qui reliera Kichenef à Yassy sera terminé, et le trajet sera encore considérablement abrégé. La quarantaine est donc inutile.

Il faut le reconnaître, le système des quarantaines présente des complications et des difficultés qui le rendent, dans beaucoup de cas, inefficace et inexécutable. Non-seulement il est malaisé de trouver des fonctionnaires assez vigilants, mais il est souvent impossible de s'opposer aux transports et aux mouvements de voyageurs qui sont les agents de la propagation épidémique.

III

S'il est impossible de détruire le choléra dans sa source, s'il est très-difficile de l'empêcher d'arriver jusqu'à nous, la science ne possède-t-elle pas au moins une antidote à lui opposer, un remède pour le combattre lorsqu'il est parvenu à s'introduire parmi nous? De même que le médecin doit confesser, quant à la nature du mal, l'obscurité à peu près complète du savoir, de même il doit avouer, en face des victimes de l'invasion cholérique, l'impuissance presque toujours irrémédiable de l'art. Les remèdes proposés pour guérir le choléra sont aussi nombreux que les hypothèses faites pour l'expliquer. De part et d'autre l'illusion est la même. Ceux qui considèrent le choléra comme une maladie due à des parasites recherchent naturellement les moyens de détruire ces parasites [1].

[1] Parmi les partisans de cette idée, il faut citer un professeur alle-

Les médecins qui le regardent comme une affection virulente, provoquant une sorte d'altération moléculaire de toute la masse des humeurs et surtout des matières albuminoïdes, sont d'avis que les acides pourraient jouer ici un rôle salutaire. D'autres, pensant qu'il importe avant tout de rétablir la liquidité du sang coagulé dans les vaisseaux, ont recours aux alcalis. On s'est servi aussi des sels de cuivre, que quelques praticiens considèrent comme de véritables spécifiques, d'alcaloïdes, comme la caféine, etc. Les physiologistes qui localisent le mal dans le système nerveux du grand sympathique, ont été amenées à préconiser les drogues antispasmodiques. En somme, les remèdes ont presque tous paru sans action utile, et le traitement le plus rationnel est encore celui des premiers temps du choléra, le traitement des symptômes. Il consiste non pas à terrasser la maladie en bloc en lui livrant une seule et héroïque bataille, mais à la combattre par une suite d'escarmouches en attaquant les divers symptômes du mal les uns après les autres. Les cholériques ont des crampes, on essaye de les faire cesser. Ils ont froid, on les réchauffe par des frictions et des boissons. Ils n'ont plus qu'une circulation lente et difficile, on tâche d'en rétablir les conditions normales en stimulant le flux sanguin. Les sécrétions sont taries, on les sollicite par des moyens appropriés. De la sorte, et sans attaquer le mal à sa racine, on arrive souvent à d'heureux résultats. Ce qui empêche surtout les remèdes d'agir

mand, M. Hallier, qui regarde comme démontré que le choléra est dû à des *micrococcus*. M. Hallier explique d'ailleurs toutes les maladies par des micrococcus ou par des infiniment petits du même ordre.

sur les cholériques, c'est que ces derniers ne peuvent rien absorber. Quelques médecins ont eu l'idée d'injecter directement les principes médicamenteux soit sous la peau, soit dans les veines. Plusieurs tentatives de ce genre ont réussi, et cette voie est la bonne. Seulement il faut y avancer désormais avec une persévérante et méthodique hardiesse, si l'on veut réaliser de vrais progrès dans le traitement du choléra et des autres maladies. Au lieu de tâtonner timidement et aveuglément dans les expérimentations sur l'homme vivant, il est nécessaire d'y procéder avec énergie et décision. C'est le seul moyen d'avoir un jour des armes solides et bien trempées pour les luttes contre la maladie.

Il convient peut-être de signaler sous ce rapport à l'attention des médecins les propriétés remarquables des borates et silicates alcalins que M. Dumas a révélées récemment. Ces sels, qui n'exercent pas d'action toxique trop prononcée sur les organismes supérieurs, sont mortels au contraire pour les êtres microscopiques et les agents subtils, organisés ou amorphes, dont le rôle est incontestable dans les maladies infectieuses. Les expériences faites dans ces derniers temps ont prouvé du moins que de telles substances entravent le développement des fermentations de toute sorte, arrêtent les décompositions putrides, et s'opposent aux corruptions de la matière organique. Il est permis de présumer que ces vertus, constatées dans le laboratoire des chimistes, seront efficaces dans le laboratoire de l'économie animale.

Indépendamment des remèdes qu'on oppose au choléra déclaré, il en est de préventifs qu'il est sage

d'employer en temps utile : ce sont les substances désinfectantes et antiseptiques, comme l'acide phénique, le coaltar, le chlorure de chaux. La nature corrosive de ces produits empêche de les administrer à l'intérieur et d'en éprouver l'influence thérapeutique; mais il est certain qu'ils exercent une action destructive sur tous les corpuscules organiques, et le plus souvent en paralysent les propriétés malfaisantes. A ce titre, il est rationnel de s'en servir pour purifier et assainir l'atmosphère, surtout l'atmosphère confinée des appartements et des hôpitaux durant les périodes épidémiques. C'est à l'administration de prendre des mesures promptes et de fournir des indications claires pour assurer partout, en temps opportun, l'usage de ces substances.

Au point de vue de l'hygiène individuelle, la seule prescription est de vivre avec régularité et sobriété. Les excès, toujours funestes, le sont plus que jamais en temps d'épidémie. Il va sans dire qu'une extrême propreté n'est pas moins indiquée; ce qui l'est peut-être encore plus, c'est le calme et la sérénité de l'esprit. La force morale importe ici non moins que la santé physique. Quand le choléra sévit, les dérangements intestinaux sont très-fréquents, et dans l'immense majorité des cas la maladie survient non pas d'une manière foudroyante, mais à la suite d'une diarrhée qui dure plus ou moins de temps. L'expérience a démontré qu'en combattant cette première manifestation par les opiacés et par le sous-nitrate de bismuth, on prévient souvent l'explosion du choléra. En Angleterre, le gouvernement organise, quand l'épidémie sévit, des visites domiciliaires pour faire con-

stater et traiter, s'il y a lieu, les prodromes de ce genre.

On le voit, il n'y a point encore de spécifique contre le choléra. La thérapeutique peut-elle concevoir l'espérance d'en découvrir un dans l'avenir? Rien n'autorise à en douter. On a trouvé un remède héroïque contre les fièvres intermittentes, le quinquina, sans connaître le moins du monde la cause première de cette maladie, sans avoir la moindre notion du miasme paludéen. Peut-être de même apprendra-t-on à détruire le miasme cholérique avant d'en pénétrer la nature intime. En attendant, il est permis de compter que le choléra, soumis en ceci à la mystérieuse loi qui gouverne l'évolution séculaire des épidémies, perdra de son intensité au fur et à mesure qu'il s'éloignera de son origine. Ces germes morbides, ces virus, semblent n'être point doués du pouvoir de se reproduire indéfiniment. Ils s'épuisent par leur propre activité. La mort qu'ils sèment finit par les atteindre un jour. Est-ce l'influence de la civilisation qui met ainsi un terme à leur sinistre ouvrage, ou cette fin assignée à leurs destinées est-elle la réalisation d'un décret fatal? En tout cas, le choléra doit s'éteindre un jour. D'ici là, le meilleur moyen de travailler à l'anéantir est d'en poursuivre scientifiquement l'étude.

Il faut donc voir ce que la science et la doctrine suggèrent pour l'avenir en fait de travaux capables d'élucider le grave problème de la nature du choléra et en général des maladies infectieuses. Les investigations de la physique et de la chimie deviennent de plus en plus faciles, tant les phénomènes y sont simples, les formules précises, les théories coordonnées, les

méthodes sûres. La part de l'invention et de l'originalité y est de plus en plus réduite, celle du calcul et des mesures y prenant des proportions croissantes. Les maîtres ont donné les grandes lois et les procédés fondamentaux ; les disciples ne font plus guère que résoudre des cas particuliers. Il n'en est pas de même dans la science de la vie et des maladies. C'est une roche où les filons précieux et inexplorés abondent encore. De belles fortunes sont réservées à ceux qui sauront extraire et mettre en circulation cet or ; mais ce travail demande autant d'initiative hardie que d'industrie savante.

Il y a des maladies qui sont localisées dans un viscère et ne font guère souffrir tout d'abord que ce viscère. C'est ainsi que le poumon, le foie, l'estomac, le cerveau, peuvent être diversement atteints. D'autres s'étendent à tout un système organique, comme le système nerveux, le système musculaire, le système articulaire, la peau, etc. D'autres enfin s'emparent de toute l'économie, et c'est à celles-là qu'on a donné le nom de maladies générales. Ce sont celles dont on connaît le moins les causes extérieures et les désordres intérieurs, attendu que les uns et les autres sont restés jusqu'à présent inaccessibles à l'investigation médicale. Cependant on peut affirmer que le sang, qui baigne tout l'organisme et y entretient la liaison des parties, est dans ces cas le siége principal de l'altération morbide. Sans entrer ici dans le détail des divisions que les pathologistes établissent entre les affections de ce genre, il suffira de dire qu'ils ont rangé le choléra parmi les maladies infectieuses, c'est-à-dire parmi les empoisonnements d'origine atmosphérique, comme la

fièvre jaune, la peste, le typhus, la variole, la fièvre typhoïde, etc.

Quelque hypothèse qu'on fasse sur l'origine atmosphérique dont il vient d'être question, il est visible que ces maladies infectent le sang. Le liquide nourricier y éprouve une transformation non-seulement dans l'ordre et dans la proportion, mais encore dans la nature de ses ingrédients, surtout du plus important de tous, la matière albuminoïde. Cette dernière, qui est la partie essentielle et nutritive du sang, la partie plastique, grâce à laquelle il rend aux tissus épuisés le corps et le ressort, subit alors une altération profonde dans l'intimité même de sa constitution moléculaire. Elle ne change pas notablement d'aspect physique, mais elle perd ses propriétés organiques normales. Elle devient incapable de jouer le rôle réparateur qui lui est dévolu. De quel genre est cette corruption de l'albumine? Voilà ce qu'on ne saurait dire tant qu'on ignorera la nature de cette même albumine à son état normal. En d'autres termes, il n'y aura lieu d'entrer dans l'étude des corruptions du sang qui constituent les maladies infectieuses que le jour où le sang de l'homme sain sera convenablement connu, c'est-à-dire où l'on aura établi avec une définitive précision chimique la nature des substances albuminoïdes. Là est, pour le moment, le grand *desideratum* de la biologie. La chimie est très-avancée, la physiologie se développe; ce qui reste stationnaire, ce sont les questions qui marquent la transition de ces deux sciences, et dont la solution, indifférente peut-être à la première, serait pour la seconde la source des plus désirables clartés. La nutrition ne sera expliquée que lorsqu'on

établira avec certitude la formule des transformations par lesquelles passe l'aliment depuis l'instant où il est dissous dans l'estomac jusqu'à celui où il est rejeté sous forme de produits de désassimilation par les divers émonctoires. Une telle explication ne serait pas seulement la clef des difficultés physiologiques qui arrêtent encore les savants, elle serait d'un bénéfice considérable pour la connaissance des maladies, et surtout — ceci nous ramène à notre sujet — pour celle des maladies infectieuses. C'est donc vers l'étude des matières albuminoïdes et des métamorphoses complexes, précipitées et infinies qu'elles subissent dans le sang, que doivent se tourner aujourd'hui les chercheurs compétents. Ceux qui l'entreprendront ne mériteront pas le reproche de s'engager sur une route battue, car ils auront tout à créer, à commencer par les méthodes. A l'heure qu'il est, on n'a pas encore comparé et l'on ne saurait pas encore comment comparer, au point de vue de l'élaboration moléculaire dont ils ont été le siége, deux échantillons de sang pris en deux points du corps. Quand on connaîtra la constitution de l'albumine et quand on sera en mesure de faire la comparaison qui vient d'être indiquée, la question des maladies infectieuses ne sera pas loin d'être élucidée, et le choléra ne sera plus un lugubre mystère [1].

[1] Depuis que cet article a été écrit, M. Tholozan a publié de nouveaux et remarquables mémoires sur le choléra, dont la conclusion est d'accord avec celle qu'il avait établie précédemment.

LA PHYSIOLOGIE DE LA MORT [1]

LA MORT APPARENTE ET LA MORT RÉELLE.

Jadis les dépouilles de la mort étaient le lot de l'anatomiste, tandis que le physiologiste avait en partage les phénomènes de la vie. Aujourd'hui on soumet le cadavre aux mêmes expériences que l'organisme vivant, et l'on recherche dans les débris de la mort les secrets de la vie. Au lieu de ne voir dans le corps inanimé que des formes prêtes à se dissoudre et à disparaître, on y découvre des forces et des activités persistantes dont le travail est profondément instructif. De même que les théologiens et les moralistes nous invitent à contempler quelquefois face à face le spectre de la mort et à fortifier notre âme dans une courageuse méditation de l'heure dernière, la médecine considère comme une nécessité de nous faire assister à tous les détails de ce drame lugubre pour nous conduire, à travers les ombres et les obscurités, à une

[1] *Revue des deux mondes* du 1er avril 1873.

science plus claire de la vie; mais cela n'est vrai que de la médecine la plus moderne.

Leibniz, qui avait une profonde et admirable doctrine de la vie, en avait une aussi de la mort, qu'il a exposée dans une lettre célèbre à Arnauld. Il pense que la génération n'est que le développement et l'évolution de quelque animal déjà formé, et que la corruption ou la mort n'est que l'enveloppement et l'involution de ce même animal, qui ne laisse pas de subsister et de demeurer vivant. La somme des énergies vitales consubstantielles aux monades ne varie pas dans le monde; la génération et la mort ne sont que des changements dans l'ordre et le concert des principes de la vitalité; ce ne sont que des transformations du petit au grand et *vice versa*. En d'autres termes, Leibniz voit partout des germes éternels et incorruptibles de vie, qui ne périssent pas plus qu'ils ne commencent. Ce qui commence et ce qui périt, ce sont les machines organiques dont ces germes constituent l'activité première; les rouages élémentaires de ces machines sont dissociés, mais non pas détruits. Telle est la première vue de Leibniz. Il en a une seconde : il conçoit la génération comme une progression graduelle de la vie; il concevra la mort comme une régression graduelle aussi du même principe, c'est-à-dire que dans la mort la vie se retire peu à peu, de même que dans la génération elle s'est avancée peu à peu. La mort n'est pas un phénomène brusque, une disparition soudaine; c'est une opération lente, une « rétrogradation », comme dit le penseur de Hanovre. Il ajoute avec une clairvoyance singulière que, quand la mort nous apparait, elle travaillait depuis longtemps l'or-

ganisme, mais que nous ne l'avons pas aperçue, parce que « la dissolution va d'abord à des parties trop petites ». Oui, la mort, avant de se traduire à nos yeux par la pâleur livide, à nos mains par la froideur du marbre, avant de paralyser les mouvements et de figer le sang du moribond, se glisse, obscure et insidieuse, dans les plus petites et plus secrètes parties de ses organes et de ses humeurs. C'est là qu'elle commence à corrompre les liquides, à désorganiser les trames, à détruire les équilibres, à compromettre les harmonies. Tout cela est plus ou moins long, plus ou moins perfide, et quand nous constatons manifestement la mort, nous pouvons être sûrs que l'ouvrage n'a rien d'improvisé.

Ces idées de Leibniz, comme la plupart des conceptions du génie, ne devaient recevoir que longtemps après l'époque où elles parurent la confirmation des expériences démonstratives. Avant Leibniz, on ne disséquait les cadavres que pour y voir la conformation et la disposition normale des organes. Une fois cette étude terminée, on entreprit l'examen méthodique des altérations que les maladies déterminent dans les diverses parties du corps. Ce n'est qu'à la fin du XVIII[e] siècle que la mort en action devint l'objet des recherches de Bichat.

Bichat est le plus grand des historiens physiologistes de la mort. L'ouvrage célèbre qu'il a laissé sur ce sujet, les *Recherches physiologiques sur la vie et la mort*, est aussi remarquable par l'ampleur des idées générales et la beauté du style que par la précision des faits et l'art des expériences. C'est encore aujourd'hui la mine la plus riche de documents sur la phy-

siologie de la mort. Ayant établi que la vie n'est gravement compromise que par l'altération de l'un des trois organes essentiels, cerveau, cœur et poumon, dont l'ensemble forme le trépied vital, Bichat recherche comment la mort de l'un de ces trois organes détermine celle des autres et consécutivement l'arrêt graduel de toutes les fonctions. De nos jours, les progrès de la physiologie expérimentale, dans la voie que Bichat avait parcourue avec tant de succès, ont fait connaître dans leurs plus minutieux détails les divers mécanismes de la mort, et, ce qui est plus important, révélé tout un ordre d'activités qu'on n'avait jusqu'alors qu'entrevu dans le cadavre. La théorie de la mort s'est constituée peu à peu en même temps que celle de la vie, et plusieurs questions pratiques restées indécises, comme celle des signes de la mort réelle, ont reçu de ces travaux la solution la plus décisive.

I

Bichat a fait voir que la vie totale des animaux se compose de deux ordres de phénomènes, ceux de la circulation et de la nutrition, et ceux qui déterminent les relations de l'animal avec ce qui l'entoure. Il a distingué la *vie organique* de la *vie animale* proprement dite. Les végétaux n'ont que la première; les animaux possèdent l'une et l'autre étroitement unies. Or, quand la mort survient, ces deux vies ne dispa-

raissent point ensemble. C'est la vie animale qui est frappée tout d'abord; ce sont les activités les plus manifestes du système nerveux qui s'arrêtent avant toutes les autres. Comment cet arrêt se produit-il? Il faut considérer séparément ce qui arrive dans la mort de vieillesse, dans la mort par suite de maladies et dans la mort subite.

L'homme qui s'éteint à la fin d'une longue vieillesse meurt en détail. Tous ses sens se ferment successivement. La vue s'obscurcit, se trouble, et cesse enfin d'apercevoir les objets. L'ouïe devient graduellement insensible aux sons. Le tact s'émousse. Les odeurs n'exercent plus qu'une impression faible. Le goût seul persiste davantage. En même temps que les organes sensitifs s'atrophient et perdent leur excitabilité, les fonctions du cerveau s'éteignent peu à peu. L'imagination devient obscure, la mémoire presque nulle, le jugement incertain. D'autre part les mouvements sont lents et pénibles par suite de la rigidité des muscles, la voix se casse; bref, toutes les fonctions de la vie externe perdent le ressort. Chacun des liens qui attachent le vieillard à l'existence se rompt peu à peu. Cependant la vie interne continue. La nutrition se fait encore; mais bientôt les forces abandonnent les organes les plus essentiels. La digestion languit, les sécrétions sont taries, la circulation capillaire est embarrassée; celle des gros vaisseaux est suspendue à son tour, et enfin les contractions du cœur s'arrêtent. C'est le moment de la mort. Le cœur est l'*ultimum moriens*. Telle est la série des morts partielles et lentes qui chez le vieillard épargné par la maladie aboutissent à la fin dernière. L'individu qui s'endort

dans ces conditions de l'éternel sommeil meurt comme le végétal qui, n'ayant pas conscience de la vie, ne saurait avoir conscience de la mort. Il passe insensiblement de l'une à l'autre. Mourir ainsi n'a rien de pénible. L'idée de l'heure suprême ne nous épouvante que parce qu'elle met un terme subit à nos relations avec ce qui nous entoure; mais, quand le sentiment de ces relations est depuis longtemps évanoui, l'effroi ne peut plus exister au bord de la tombe. L'animal ne frissonne point au moment où il va cesser d'être.

Malheureusement ce genre de mort est peu commun dans l'humanité. La mort de vieillesse est devenue un phénomène extraordinaire. Le plus souvent nous succombons à une perturbation tantôt soudaine, tantôt graduelle, des fonctions de notre économie. Ici, comme dans le cas précédent, on voit la vie animale disparaître la première; mais les modes de terminaison sont infiniment variés[1]. Un des plus fréquents est la mort par le poumon; à la suite des pneumonies et des phthisies diverses, l'oxydation du sang ne pouvant plus se faire à cause de la désorganisation des globules pulmonaires, le sang veineux retourne au cœur sans s'être révivifié. Dans le cas des fièvres graves et continues et des maladies infectieuses, épidémiques ou autres, qui sont avant tout des empoisonnements du sang, la mort arrive par une altération générale de la nutrition. Cela est plus vrai encore de la mort qui survient à la suite de certaines maladies chroniques des organes digestifs. Quand ceux-ci sont altérés, la

[1] Mille modis morimur mortales, nascimur uno.
Una via est vitæ, moriendi mille figuræ.

sécrétion des sucs affectés à la dissolution des aliments est tarie, et les sucs traversent le tube intestinal sans avoir été utilisés. En ce cas, le malade meurt d'une véritable inanition. Une des causes les plus fréquentes de la mort est l'hémorrhagie. Lorsqu'une grosse artère a été ouverte par une cause quelconque, et que le sang s'est écoulé en abondance, la peau pâlit, la chaleur diminue, la respiration devient entrecoupée, des éblouissements, des vertiges se déclarent, la physionomie change d'expression, une sueur froide et gluante couvre une partie du visage et des membres, le pouls s'affaiblit graduellement, enfin le cœur s'arrête. Virgile a peint avec une saisissante vérité l'hémorrhagie dans le récit de la mort de Didon.

La mort subite, en dehors des causes extérieures et accidentelles, peut survenir de diverses manières. Des affections très-vives de l'âme arrêtent quelquefois soudain les mouvements du cœur et déterminent une syncope mortelle. On connaît beaucoup d'exemples de gens morts de joie — Léon X en est un — et de gens qui ont succombé à la peur. Dans l'apoplexie foudroyante, si la mort réelle n'est pas immédiate, il y a du moins production rapide de phénomènes mortels. Le malade est plongé dans un sommeil profond auquel les médecins donnent le nom de *coma*. On ne peut le réveiller; sa respiration est difficile, son œil immobile, sa bouche contournée et déformée. Les battements du cœur cessent peu à peu, et bientôt la vie disparaît sans retour. La rupture d'un anévrysme entraîne assez souvent la mort subite. Celle-ci reconnaît non moins fréquemment pour cause ce qu'on appelle une *embolie*, c'est-à-dire un arrêt de la circu-

lation par un caillot de sang qui obstrue tout à coup un vaisseau de quelque importance. Enfin il y a des morts subites encore inexpliquées, en ce sens que l'autopsie n'y découvre rien qui puisse rendre raison de l'arrêt des opérations vitales.

La mort est ordinairement précédée d'un ensemble de phénomènes auquel on a donné le nom d'agonie. Dans la plupart des maladies, le début de cette période terminale est marqué par un amendement subit des fonctions. C'est le dernier éclat que jette la flamme expirante; mais bientôt les yeux deviennent immobiles et insensibles à l'action de la lumière, le nez est effilé et froid, la bouche, béante, semble faire appel à l'air qui manque, la cavité buccale est desséchée, et les lèvres, comme flétries, sont collées sur les arcades dentaires. Les derniers mouvements respiratoires sont saccadés, et l'on entend à distance des râles et quelquefois un véritable gargouillement dû à l'obstruction des voies bronchiques par d'abondantes mucosités. L'haleine est froide, la température de la peau s'est abaissée. Si l'on vient à ausculter le cœur, on constate l'affaiblissement des bruits et des battements. La main, appliquée sur la région précordiale, ne perçoit plus de choc. Telle est la physionomie de l'agonisant dans la majorité des cas, c'est-à-dire quand la mort succède à une maladie qui a duré un certain temps. L'agonie est rarement douloureuse, et le plus souvent ignorée du malade. Celui-ci est plongé dans un assoupissement comateux tel qu'il n'a plus conscience de sa situation ni de ses souffrances, et il passe insensiblement de la vie à la mort, de sorte qu'il est quelquefois malaisé d'assigner le moment précis où le moribond a expiré.

Il en est ainsi du moins dans les maladies chroniques et en particulier dans celles qui consument lentement et sourdement le corps de l'homme. Cependant, quand sonne l'heure de la mort dans les organisations ardentes — chez les grands artistes par exemple, — et ils meurent jeunes d'ordinaire, — il y a un réveil soudain et sublime du génie créateur. Rien n'en témoigne mieux que la fin angélique de Beethoven, qui, avant d'exhaler son âme, cette monade mélodieuse, recouvra l'ouïe et la voix qu'il avait perdues, et s'en servit pour répéter une dernière fois quelques-uns des suaves accords qu'il appelait ses « prières à Dieu ». Certaines maladies du reste sont plus particulièrement caractérisées par la douceur de l'agonie. De tous les maux qui nous tuent à coups d'épingle et nous trompent, la phthisie est celui qui nous conserve le plus longtemps les illusions de la santé, et nous dissimule le mieux les maux de la vie et les horreurs de la mort. Rien n'est comparable à cette hallucination des sens et à cette vivacité d'espérance qui marquent les derniers jours du phthisique. Il prend l'ardeur de la fièvre qui le consume pour un symptôme salutaire, il fait des projets, il sourit à ses proches d'un sourire doux et serein, et tout à coup, au lendemain d'une nuit paisible, il s'endort pour ne plus se réveiller.

Si la vie est partout et si par suite la mort a lieu partout, dans tous les éléments de l'économie, que faut-il penser de ce point de la moelle épinière qu'un célèbre physiologiste appelait le *nœud vital* et où il prétendait localiser le principe même de la vie? Le point que Flourens considérait comme le nœud vital est situé à peu près au milieu de la moelle allongée,

c'est-à-dire au milieu de la portion de substance nerveuse qui relie l'encéphale à la moelle épinière. Cette région est en effet d'une extrême et redoutable susceptibilité. Il suffit de la piquer, d'y enfoncer une aiguille pour amener la mort immédiate de l'animal, quel qu'il soit. C'est même le moyen qu'on emploie dans les laboratoires de physiologie pour sacrifier promptement et sûrement les chiens. Cette susceptibilité s'explique de la manière la plus naturelle. Ce point est l'origine des nerfs qui vont au poumon : du moment qu'on y détermine une lésion quelconque, il en résulte un arrêt des mouvements respiratoires et consécutivement la mort. Le nœud vital de Flourens n'a aucune espèce de prérogative spéciale. La vie n'y est ni plus concentrée ni plus essentielle qu'ailleurs, seulement il coïncide avec l'origine des nerfs qui animent un des organes indispensables de la vitalité, l'organe de la sanguification; or, dans les organismes vivants, toute altération des nerfs qui gouvernent une fonction est un péril grave pour l'intégrité de celle-ci. Il n'y a donc pas de nœud vital, il n'y a pas de foyer de vie dans les animaux. Ce sont des collections d'une infinité de vivants infiniment petits, et chacun de ces vivants microscopiques est à lui-même son propre foyer. Chacun pour son compte se nourrit, produit de la chaleur et manifeste les activités catactéristiques qui dépendent de sa structure. Chacun, en vertu d'une harmonie préétablie, se rencontre dans ce que demandent les autres; mais de même que chacun vit pour son compte, chacun meurt pour son compte. Et la preuve qu'il en est ainsi, c'est que certaines parties prises sur un mort peuvent être transportées sur un vivant sans avoir

éprouvé d'interruption dans leur activité physiologique ; la preuve, c'est que beaucoup d'organes qui semblent morts peuvent être excités à nouveau, réveillés de leur torpeur et sollicités à des manifestations vitales extrêmement remarquables. C'est ce que nous allons maintenant considérer.

II

La mort paraît définitive dès l'instant que les battements du cœur sont arrêtés sans retour, parce que, la circulation du sang ne se faisant plus, la nutrition des organes devient impossible et que la nutrition est nécessaire à l'entretien de l'harmonie physiologique. Mais, comme nous l'avons dit plus haut, il y a dans l'organisme mille petits ressorts qui conservent une certaine activité après que le grand ressort central a perdu la sienne. Il y a une infinité d'énergies partielles qui survivent à la destruction de l'énergie principale et ne se retirent que peu à peu. Dans les cas de mort subite surtout, les tissus gardent fort longtemps leur vitalité propre. D'abord la chaleur ne disparaît que lentement, d'autant plus lentement que la mort a été plus rapide. Plusieurs heures après la mort, les cheveux, les poils et les ongles poussent encore ; l'absorption ne s'arrête pas davantage. Enfin la digestion elle-même se continue. L'expérience que réalisa Spallanzani pour le prouver est très-curieuse. Il imagina

de faire manger à une corneille une certaine quantité de viande et de la tuer immédiatement après ce repas. Il la mit ensuite dans un endroit dont la température était égale à celle d'un oiseau vivant, et il l'ouvrit au bout de six heures. La viande était à peu près complètement digérée.

Outre ces manifestations générales, le cadavre est encore capable pendant quelque temps d'activités de divers ordres. Il est difficile de les étudier sur des cadavres d'individus morts de maladie, parce qu'on ne soumet ceux-ci aux investigations anatomiques que vingt-quatre heures après la mort ; mais les corps des suppliciés, qui sont livrés aux savants peu d'instants après l'exécution, peuvent servir à l'étude de ce qui arrive immédiatement après l'arrêt de la machine vivante. En mettant le cœur à découvert quelques minutes après l'exécution, on observe des battements qui persistent pendant plus d'une heure, au nombre de quarante à quarante-cinq par minute, alors même que le foie, l'estomac, l'intestin, ont été enlevés. Pendant plusieurs heures, les muscles gardent leur excitabilité et éprouvent des contractions réflexes sous l'influence du pincement. M. Robin a constaté, sur un supplicié, une heure après l'exécution, le phénomène suivant : « Le bras droit, dit-il, se trouvait étendu obliquement sur les côtés du tronc, la main à 25 centimètres environ en dehors de la hanche; je grattai la peau de la poitrine, avec la pointe d'un scalpel, au niveau de l'auréole du mamelon, sur une étendue de 10 centimètres, sans exercer de pression sur les muscles sous-jacents. Nous vîmes aussitôt le muscle grand-pectoral, puis le biceps, le brachial antérieur, etc., se contracter

successivement et rapidement. Le résultat fut un mouvement de rapprochement de tout le bras vers le tronc, avec rotation du bras en dedans et demi-flexion de l'avant-bras sur le bras, véritable mouvement de défense qui projeta la main du côté de la poitrine jusqu'au creux de l'estomac. »

Ces manifestations spontanées de la vie du cadavre ne sont rien à côté de celles qu'on provoque au moyen de certains excitants et particulièrement de l'électricité. Aldini soumit, en 1802, à l'action d'une pile énergique deux criminels décapités à Bologne. Sous l'influence du courant, les muscles du visage se contractèrent en produisant d'horribles grimaces. Tous les membres furent pris de mouvements violents. Les corps semblaient éprouver un commencement de résurrection et vouloir se lever. Plusieurs heures après la décollation, les ressorts de l'économie avaient encore le pouvoir de répondre à l'excitation électrique. Ure fit quelques années plus tard, à Glasgow, des expériences également fameuses sur le cadavre d'un supplicié qui était resté suspendu au gibet pendant plus d'une heure. L'un des pôles d'une pile de 700 couples ayant été mis en communication avec la moelle épinière au-dessous de la nuque, et l'autre pôle avec le talon, la jambe préalablement repliée sur elle-même fut lancée avec violence et faillit renverser un des assistants qui la maintenait avec effort. L'un des pôles ayant été placé sur la septième côte et l'autre sur un des nerfs du cou, la poitrine se souleva et s'abaissa, et l'abdomen éprouva un mouvement semblable, comme il arrive dans la respiration. Un nerf du sourcil ayant été touché en même temps que le

talon, les muscles de la face se contractèrent. « La rage, l'horreur, le désespoir, l'angoisse et d'affreux sourires unirent leur hideuse expression sur la face de l'assassin ».

Le fait le plus remarquable de réapparition momentanée des propriétés vitales, non dans tout l'organisme, mais dans la tête seulement, c'est l'expérience célèbre proposée par Legallois et réalisée pour la première fois en 1858 par M. Brown-Séquard. Cet habile physiologiste décapite un chien, en ayant soin de faire la section au-dessous de l'endroit où les artères vertébrales pénètrent dans leur canal osseux. Dix minutes après, il applique le courant galvanique aux différents points de la tête ainsi séparée du corps. Aucun mouvement ne se produit. Il adapte alors aux quatre artères, dont les extrémités se trouvent sur la section du cou, des canules communiquant par des tubes avec un réservoir plein de sang frais et oxygéné, et il détermine la pénétration de ce sang dans les vaisseaux du cerveau. Immédiatement des mouvements désordonnés des yeux et des muscles de la face se produisent, puis l'on voit apparaître des contractions harmoniques et régulières qui semblent dirigées par la volonté. Cette tête a recouvré la vie. Pendant un quart d'heure que dure l'injection de sang dans les artères cérébrales, les mouvements continuent à s'accomplir. On arrête l'injection, les mouvements cessent et font place aux tremblements de l'agonie, puis à la mort.

Les physiologistes se sont demandé si cette résurrection momentanée des propriétés vitales ne pourrait pas être réalisée chez l'homme, c'est-à-dire si on ne

pourrait pas, en injectant du sang frais dans une tête humaine récemment séparée du corps, provoquer des mouvements et rallumer le regard comme dans l'expérience de M. Brown-Séquard. On a songé à l'essayer sur des têtes de suppliciés par décollation, mais les observations anatomiques, et particulièrement celles de M. Charles Robin, ont montré que les artères du cou sont tranchées par la guillotine de telle façon que l'air y pénètre et les remplit. Il en résulte qu'il est impossible d'y pratiquer une injection de sang capable de produire les résultats notés par M. Brown-Séquard. On sait en effet que le sang qui circule dans les vaisseaux devient, au contact de l'air, spumeux et impropre à l'entretien des fonctions. M. Robin pense que l'expérience dont il s'agit ne pourrait réussir que sur la tête d'un homme tué par des balles ayant frappé au-dessous du cou ; dans ce cas, il y aurait moyen d'opérer une section des artères telle qu'il n'y ait point irruption d'air, et, en séparant la tête à l'endroit indiqué par M. Brown-Séquard, on obtiendrait probablement, par l'injection d'un sang oxygéné les manifestations fonctionnelles observées sur la tête du chien. M. Brown-Séquard est convaincu qu'on pourrait les obtenir, moyennant certaines précautions, même avec une tête de supplicié par décollation, et il en est tellement convaincu que, lorsqu'on lui proposa d'exécuter l'expérience, c'est-à-dire de pratiquer une injection sanguine dans une tête de supplicié, il s'y refusa, ne voulant pas, dit-il, être témoin des tortures de ce tronçon d'être rappelé momentanément à la sensibilité et à la vie. Nous comprenons les scrupules de M. Brown-Séquard, mais il est permis de douter qu'il eût infligé de

grandes tortures à la tête du supplicié; il n'y eût réveillé qu'une sensibilité très-obscure et très-confuse. Cela s'explique. Il suffit pendant la vie de la moindre perturbation dans la circulation cérébrale pour pervertir complétement les sensations et les pensées. Or, s'il suffit de quelques gouttes de sang en moins ou en trop dans le cerveau d'un animal en pleine santé pour altérer la régularité de ses manifestations psychiques, à plus forte raison l'intégrité du fonctionnement cérébral sera-t-elle compromise si celui-ci est réveillé par une injection de sang étranger, et une injection nécessairement impuissante à faire circuler le sang avec une pression et un équilibre convenables.

La rigidité cadavérique est un des phénomènes les plus caractéristiques de la mort. C'est un durcissement général des muscles, tel que ceux-ci deviennent inextensibles au point que les articulations ne peuvent plus être fléchies. Ce phénomène commence quelques heures après la mort. Les muscles de la mâchoire se roidissent les premiers; puis la rigidité envahit successivement les muscles abdominaux, les muscles du cou, et enfin les muscles thoraciques. Ce durcissement se fait par la coagulation de la matière albuminoïde semi-liquide, qui constitue les fibres des muscles, de même que la solidification du sang a pour cause la coagulation de la fibrine. Après quelques heures, la musculine coagulée redevient fluide, la rigidité cesse et les muscles se relâchent. Il se passe aussi quelque chose d'analogue dans le sang. Les globules s'altèrent, se déforment, éprouvent un commencement de dissociation. Les agents de putréfaction, vibrions et bactéries, préludent ainsi à leur grand travail par

une sourde désagrégation des parties les plus cachées.

Enfin, quand les résurrections partielles sont devenues impossibles, quand la dernière étincelle de vie est éteinte et quand la rigidité cadavérique a cessé, un nouvel ouvrage commence. Les germes vivants, qui étaient accumulés à la surface du cadavre et à l'intérieur du tube digestif, se développent, se multiplient, pénètrent dans tous les points de l'organisme et y opèrent une dissociation complète des tissus et des humeurs; c'est la putréfaction. Le moment où elle se déclare varie avec les causes de la mort et avec le degré de la température extérieure. Quand la mort a été la suite d'une maladie putride, la putréfaction s'établit presque aussitôt que le cadavre est refroidi. Il en est de même lorsque l'atmosphère est chaude [1]. En moyenne, le travail de décomposition devient apparent, dans nos climats, au bout de trente-huit à quarante heures. C'est sur la peau du ventre qu'on en observe les premiers effets : elle prend une coloration verdâtre, qui bientôt s'étend et gagne successivement toute la surface du corps. En même temps, les parties humides, l'œil, l'intérieur de la bouche, se corrompent, se ramollissent; puis l'odeur cadavérique se développe peu à peu, d'abord fade et légèrement fétide (odeur de relent), ensuite piquante et ammoniacale. Peu à peu les chairs s'affaissent, s'infiltrent, les organes deviennent méconnaissables. Tout est envahi par ce qu'on appelle le putrilage. Si à ce moment on

[1] Cependant une température très-élevée agit comme le froid. Elle retarde le moment de la putréfaction en coagulant les matières albuminoïdes de façon à les rendre moins putrescibles.

examine au microscope les tissus, on n'y reconnaît plus aucun des éléments anatomiques dont les trames organiques sont composées dans l'état normal. « Notre chair, s'écrie Bossuet dans l'*Oraison funèbre* d'Henriette d'Angleterre, change bientôt de nature, notre corps prend un autre nom ; même celui de cadavre, parce qu'il nous montre encore quelque forme humaine, ne lui demeure pas longtemps. Il devient un je ne sais quoi qui n'a plus de nom dans aucune langue. » Quand toute structure a disparu, il ne reste plus qu'un mélange de matières salines, de matières grasses et de matières protéiques, qui sont ou dissoutes et entraînées par les eaux, ou brûlées lentement par l'oxygène de l'air et transformées en de nouveaux produits, et petit à petit toute la matière du cadavre, moins le squelette, retourne à la terre d'où elle était sortie. C'est ainsi que les ingrédients de nos organes, les éléments chimiques de nos corps redeviennent boue et poussière. De cette boue et de cette poussière émanent sans cesse une vie nouvelle et une puissante activité ; mais on en peut tirer aussi du ciment propre aux usages les plus communs, et, comme le dit Shakspeare dans *Hamlet*, la poussière d'Alexandre ou de César a pu servir à boucher la bonde d'un tonneau de bière ou à réparer le trou d'un mur. Ces « vils emplois » dont le prince de Danemark parle à Horatio marquent les limites extrêmes des transformations de la matière. En tout cas, les êtres infimes qui travaillent et se multiplient au sein de la putréfaction, absorbent et emmagasinent réellement la vie, puisque sans eux le cadavre ne pourrait pas servir d'aliment aux plantes, lesquelles à leur tour sont le réservoir néces-

saire où l'animalité puise la séve et la force. C'est en ce sens que la doctrine des molécules organiques de Buffon est vraie.

La mort est le terme nécessaire de toute existence organique. On peut espérer d'en reculer plus ou moins l'instant inévitable, mais il serait insensé d'en concevoir, dans une espèce quelconque, l'ajournement indéfini. Sans doute il n'est pas contradictoire de se représenter un équilibre parfait entre l'assimilation et la désassimilation, tel que l'économie serait maintenue dans une éternelle santé. En tout cas, personne n'a encore entrevu les moyens de réaliser un tel équilibre, et la mort reste jusqu'à nouvel ordre une loi absolue du destin. Toutefois, si l'immortalité d'un organisme complet paraît chimérique, il n'en est peut-être pas de même de l'immortalité d'un organe séparé, et voici dans quel sens. Il a déjà été question ici même des expériences de M. Paul Bert sur la greffe animale. M. Bert a montré qu'on pouvait greffer sur la tête d'un rat certains organes du même animal, la queue par exemple. Or ce physiologiste s'est demandé s'il ne serait pas possible, lorsqu'un rat muni d'un pareil appendice approche du terme de son existence, de lui enlever cet appendice pour le transplanter sur un jeune animal, lequel, à son tour, serait dépossédé de la même façon dans sa vieillesse en faveur d'un individu d'une nouvelle génération, et ainsi de suite. Cette queue, successivement transplantée sur de jeunes animaux et puisant dans chaque transplantation un sang plein de vitalité, se renouvelant constamment sans cesser de rester elle-même, échapperait ainsi à la mort. L'expérience, difficile et délicate, on le conçoit,

a cependant été entreprise par M. Bert, mais les circonstances n'ont pas permis de la prolonger pendant longtemps, et le fait de la perpétuité d'un organe périodiquement rajeuni reste à démontrer.

III

La mort réelle est donc caractérisée par l'arrêt définitif des fonctions et des propriétés vitales à la fois de la vie organique ou végétative et de la vie animale proprement dite. Quand la vie animale disparaît sans qu'il y ait interruption de la vie organique, l'économie est en état de *mort apparente*. Dans cet état, le corps est pris d'un sommeil profond, assez analogue à celui des animaux hibernants; toutes les expressions ordinaires et tous les indices de l'activité intérieure ont disparu et font place à une torpeur invincible. Les excitants chimiques les plus énergiques n'exercent aucune influence sur les organes, les parois thoraciques sont immobiles; bref, il est impossible, en voyant le corps dans cette apparence, de ne point songer à la mort. Les états de l'organisme qui peuvent ainsi plus ou moins simuler la mort sont assez nombreux; le plus vulgaire est la *syncope*. Il n'y a plus en ce cas ni sentiment, ni mouvement respiratoire ou circulatoire apparent. La chaleur est abaissée, la peau décolorée et livide. On cite des cas d'hystérie où l'accès s'est prolongé pendant plusieurs jours avec accompagne-

ment de syncope. Dans ce singulier état, toutes les manifestations physiologiques sont suspendues; cependant elles ne le sont pas complétement, comme on l'a cru longtemps. M. Bouchut a démontré que dans les syncopes les plus graves les battements du cœur persistent, plus faibles, plus rares, plus difficiles à entendre que dans la vie normale, mais nettement perceptibles lorsqu'on applique l'oreille sur la région précordiale. D'autre part, les muscles conservent leur souplesse et les membres leur flexibilité.

L'*asphyxie*, qui est proprement l'arrêt de la respiration et par suite de la révivification du sang, a quelquefois pour conséquence une syncope grave suivie de mort apparente, dont les victimes reviennent au bout d'un temps plus ou moins long. Cet état peut être déterminé soit par la submersion, soit par l'absorption d'un gaz irrespirable comme l'acide carbonique du fond des puits, les exhalaisons des fosses d'aisances et le grisou des mines, soit par la strangulation. En 1650, on pendit à Oxford une femme du nom d'Anne Green. Elle avait été pendue durant une demi-heure, et plusieurs personnes, pour abréger ses souffrances, l'avaient tirée par les pieds de toutes leurs forces. Après qu'on l'eut mise dans le cercueil, on s'aperçut qu'elle respirait encore. Les aides du bourreau essayèrent de l'achever, mais, grâce à l'assistance de quelques médecins, elle revint à la vie, et vécut encore longtemps. La submersion détermine une syncope non moins profonde et pendant laquelle, chose curieuse, les facultés psychiques conservent une certaine activité. Des matelots noyés, et ensuite retirés à temps, ont raconté que pendant leur submersion ils s'étaient transportés en idée

dans leur famille et avaient songé avec tristesse aux chagrins dont leur mort allait être la cause. Après quelques minutes de calme physique, ils avaient éprouvé de violentes *coliques* de cœur : celui-ci semblait se tordre dans leur poitrine; puis à cette angoisse succédait un anéantissement complet de l'esprit. Il est d'ailleurs assez difficile de préciser combien de temps la mort apparente peut se prolonger dans un organisme submergé. Cela varie beaucoup avec les tempéraments. Dans les îles de l'archipel grec, dont l'industrie consiste à recueillir les éponges du fond de la mer, les enfants ne boivent de vin que lorsque, par l'exercice, ils se sont habitués à rester un certain temps sous l'eau. Les vieux plongeurs de l'Archipel disent que le moment de venir respirer à la surface leur est indiqué par des convulsions douloureuses des membres et un resserrement très-pénible de la région du cœur. Cette faculté de supporter un certain temps l'asphyxie et de résister à la suspension volontaire des mouvements respiratoires a été observée dans d'autres circonstances. On cite le cas d'un Hindou qui se glissait dans les endroits palissadés du Gange où les dames de Calcutta vont se baigner, en saisissait une par les jambes, la noyait et la dépouillait de ses bijoux. On la croyait enlevée par des crocodiles. Une demoiselle étant parvenue à lui échapper, on se saisit de l'assassin, qui fut pendu en 1817. Il avoua qu'il y avait sept ans qu'il exerçait ce métier. Un autre cas est celui d'un espion qui, voyant son supplice se préparer, essaya de s'y soustraire en simulant la mort. Il suspendit sa respiration et tous les mouvements volontaires pendant douze heures, et supporta toutes les épreuves qu'on lui fit subir pour s'as-

surer de la réalité de la mort. Enfin les anesthésiques, comme le chloroforme et l'éther, produisent quelquefois plus d'effet que ne voudraient les chirurgiens qui s'en servent, et amènent, au lieu d'une insensibilité passagère, un état de mort apparente [1].

Il est facile de rappeler à la vie les individus qui se trouvent dans un état de mort apparente ; il n'y a pour cela qu'à exciter énergiquement les deux mécanismes dont l'action est alors plus ou moins suspendue, à savoir ceux de la respiration et de la circulation. On imprime à la cage thoracique des mouvements tels que le poumon soit alternativement comprimé ou dilaté [2]. On pratique sur tout le corps une espèce de massage qui ranime la circulation capillaire; on place sous les narines du patient des excitants chimiques comme l'ammoniaque ou l'acide acétique. C'est ainsi qu'on traite les noyés qui sont malades non pour avoir absorbé

[1] On peut rapprocher de la mort apparente les singuliers phénomènes que présentent les animaux dits *réviviscents*. Ces animaux peuvent être amenés à un état de dessiccation presque complète et perdre toutes les apparences de la vie, puis recouvrer l'activité par une simple immersion dans l'eau. Plongés dans un milieu humide, les animaux réviviscents ne supportent pas une température supérieure à 50 degrés; mais, lorsqu'ils ont été privés de leurs mouvements physiologiques par une dessiccation à l'air libre, ils peuvent, sans perdre leur propriété de réviviscence, résister pendant quelques instants à une température de 100 degrés. Les principales espèces réviviscentes sont les anguillules des tuiles, les tardigrades et les rotifères. Ces dernières vivent dans les mousses humides, se dessèchent sans périr, roulées en boule pendant les sécheresses, et reprennent le mouvement quand il pleut. Tous ces êtres sont d'ailleurs microscopiques.

[2] C'est ce qu'on appelle la respiration artificielle. On construit depuis quelque temps, sur les indications de M. Gréhant, des appareils pour pratiquer commodément cette respiration artificielle au moyen d'insufflations d'air bien calculées.

trop d'eau, mais pour avoir cessé de respirer de l'air. Un traitement très-efficace dans le cas de mort apparente due à une inhalation de gaz toxiques comme l'acide carbonique ou l'hydrogène sulfuré, consiste à faire absorber au malade de grandes quantités d'oxygène pur. Enfin on a proposé dernièrement encore, comme Hallé l'avait fait au commencement de ce siècle sans résultat, d'adopter l'emploi de forts courants électriques pour réveiller les mouvements des individus en état de syncope.

Dans tous les cas de mort apparente que nous venons de signaler, un caractère de vitalité persiste, ce sont les battements du cœur. Ces battements sont plus faibles, plus rares, mais ils restent appréciables par l'auscultation. On les retrouve constamment dans les syncopes les plus graves, dans les diverses sortes d'asphyxies, dans les empoisonnements par les narcotiques les plus terribles, dans l'hystérie, dans la torpeur de l'épilepsie, bref dans les états les plus variés et les plus prolongés de mort apparente et de léthargie.

Toutefois ce résultat, aujourd'hui acquis à la pratique, était inconnu aux anciens médecins, et on ne peut se dissimuler qu'autrefois la mort apparente a été prise assez souvent pour la mort réelle. Les annales de la science ont enregistré un certain nombre de confusions de ce genre, dont plusieurs ont eu pour suite des inhumations de malheureux qui n'étaient pas morts. Et pour une de ces erreurs que le hasard a fait découvrir soit trop tard, soit à un moment où la victime pouvait encore être sauvée, combien en est-il, surtout aux époques d'ignorance et d'incurie, que personne n'a connues! Combien de vivants n'ont rendu le dernier

soupir qu'après avoir vainement essayé de briser leur cercueil ! Les faits rassemblés par Bruhier et Lallemand, dans deux ouvrages devenus classiques, composent l'histoire la plus dramatique et la plus lugubre. En voici quelques épisodes assez singuliers par le rôle qu'y a joué le hasard. Un garde champêtre, sans famille, meurt dans une petite commune de la Charente-Inférieure. A peine refroidi, son corps est extrait de son lit et déposé sur une paillasse recouverte d'un mauvais drap. Une vieille femme salariée est chargée de garder le lit mortuaire. Aux pieds du corps se trouvait une branche de buis plongée dans un vase d'eau bénite et un cierge allumé. Vers le milieu de la nuit, la vieille gardienne, cédant à un insurmontable besoin de sommeil, s'endormit profondément. Deux heures après, elle s'éveillait au milieu des flammes d'un incendie qui avait gagné ses vêtements. Elle s'élança dehors, appelant au secours de toutes ses forces, et les voisins, accourus à ses cris, virent bientôt sortir de la masure enflammée un spectre nu, se traînant avec peine sur ses jambes couvertes de brûlures. Pendant le repos de la vieille femme, une flammèche était probablement tombée sur la paillasse, et l'incendie développé avait à la fois rappelé la gardienne de son sommeil et le garde champêtre de sa mort apparente. Celui-ci, secouru à temps, guérit de ses brûlures et revint à la santé.

Le 15 octobre 1842, un cultivateur des environs de Neufchâtel (Seine-Inférieure) monta dans un fenil au-dessus de sa grange, pour se coucher, comme à l'ordinaire, au milieu du foin. Le lendemain matin, l'heure habituelle où il se levait étant passée, sa femme voulut

connaître le motif de son retard et l'alla rejoindre ; elle le trouva mort. Plus de vingt-quatre heures après, le moment de l'enterrement étant arrivé, les porteurs chargés des sépultures déposèrent le corps dans une bière qui fut fermée, et descendirent lentement, en portant le cercueil, l'échelle qui leur avait servi à monter dans la grange. Tout à coup un des échelons vint à se casser, et l'on vit rouler ensemble et les porteurs et le cercueil, qui s'ouvrit dans la chute. Cet accident, qui aurait pu être fatal à un vivant, fut salutaire au mort, qui, réveillé de sa léthargie par la commotion, revint à la vie et s'empressa de se débarrasser de son linceul, aidé par ceux des assistants que sa résurrection soudaine n'avait pas mis en fuite. Une heure après il reconnaissait tous ses amis, ne se plaignait que d'un peu d'embarras dans la tête, et le lendemain il était en état de reprendre ses travaux. — Presque à la même époque, un habitant de Nantes succombait après une longue maladie. Ses héritiers firent faire un magnifique enterrement, et pendant qu'on chantait un *Requiem*, le mort revint à la vie et s'agita dans son cercueil placé au milieu de l'église. Transporté chez lui, il recouvra bientôt la santé. Quelque temps après, le curé, qui ne voulait pas perdre le prix des funérailles, adressa une note à l'ex-mort, qui refusa de payer et renvoya le curé aux héritiers qui avaient ordonné le convoi. Il en résulta un procès au sujet duquel les journaux du temps divertirent beaucoup le public. Le cardinal Donnet a raconté lui-même au sénat, il y a quelques années, les circonstances dans lesquelles il faillit être enterré vif.

A côté de ces faits d'inhumation précipitée où la

victime a échappé aux suites épouvantables de l'erreur commise, il en est d'autres où l'erreur n'a été reconnue que trop tard. On en connaît d'assez nombreux exemples, dont quelques-uns sont racontés avec des détails trop romanesques pour qu'on puisse y ajouter complétement foi, mais dont beaucoup aussi présentent des caractères incontestables d'authenticité. Une tradition, dont il est assez difficile d'assigner l'origine, a longtemps attribué la mort de l'abbé Prévost à une erreur de ce genre. Tous ses biographes racontent que, frappé d'un coup de sang et tombé sans connaissance au milieu de la forêt de Chantilly, le célèbre auteur de *Manon Lescaut* avait été considéré comme mort, qu'ensuite un chirurgien du village lui ayant ouvert le ventre, sur l'ordre de l'officier public, dans l'intention de rechercher la cause de la mort, Prévost avait poussé un cri, puis était mort; mais il a été prouvé depuis que ce récit est apocryphe, et qu'il a été inventé postérieurement à la mort de l'abbé Prévost. Aucun des documents nécrologiques publiés alors ne la rattache aux suites d'une autopsie prématurée. Si l'histoire de Prévost disséqué vif ne paraît pas certaine, il n'en est pas de même de celle qu'on raconte au sujet d'une opération d'un accoucheur célèbre, Philippe Peu. Une femme était au terme de sa grossesse et dans un état de mort apparente. Appelé pour pratiquer l'opération césarienne, Peu rapporte que les assistants, convaincus que la femme était morte, le pressèrent d'opérer. « Je le crus aussi, dit-il, car je n'avais trouvé aucun battement dans la région du cœur, et un miroir mis sur le visage ne donna aucun signe de respiration. » Alors il plongea son couteau dans les chairs,

et il était au milieu des tissus sanglants quand l'opérée se réveilla de sa léthargie.

Mais voici des faits plus émouvants. Il y a une trentaine d'années, un habitant de la commune d'Eymes (Dordogne) était atteint depuis longtemps d'une maladie chronique peu grave par elle-même et dont le symptôme le plus pénible était une insomnie continuelle qui enlevait au malade toute sorte de repos. Fatigué de cet état, il consulte un médecin qui lui prescrit de l'opium, en lui recommandant d'en user avec précaution. Le malade, imbu de ce préjugé assez répandu, qu'un médicament agit d'autant mieux qu'on en prend davantage, avala en une seule fois la dose de plusieurs jours. Bientôt il tomba dans un profond sommeil dont il n'était pas sorti plus de vingt-quatre heures après. On appelle le médecin du village, qui trouve le corps sans chaleur, le pouls éteint. Ce praticien ouvre successivement la veine aux deux bras et n'obtient que quelques gouttes de sang épais. Le lendemain, on procède à l'inhumation. Cependant, au bout de quelques jours, de nouveaux renseignements font découvrir l'imprudence que le malheureux avait commise en usant avec excès de la substance narcotique qui lui avait été prescrite. Une sourde rumeur se manifeste parmi les habitants de la commune, qui demandent et obtiennent l'exhumation. On se porte en foule au cimetière, on extrait le cercueil, on l'ouvre, et le plus hideux spectacle s'offre aux assistants. L'infortuné s'était retourné dans sa bière, le sang qui s'était écoulé des deux veines ouvertes avait baigné le linceul, ses traits étaient horriblement contractés et ses membres crispés attestaient la cruelle agonie qui avait précédé sa

mort. — La plupart des faits de cet ordre sont de date assez reculée. Les plus récents se sont passés à la campagne, au milieu de populations ignorantes, et généralement dans des localités où aucun médecin n'était chargé de constater les décès, c'est-à-dire de distinguer les cas de mort apparente de ceux de mort réelle.

Comment donc distinguer la mort apparente de la mort véritable? Il y a un certain nombre de signes certains de la mort, c'est-à-dire de caractères dont la constatation positive ne laisse place à aucune erreur. Cependant quelques médecins et beaucoup de personnes étrangères à la science doutent encore assez de la certitude de ces signes pour souhaiter que la physiologie en découvre d'autres d'un caractère plus sûr. Un zélé philanthrope a fondé tout dernièrement un prix de vingt mille francs à décerner à l'auteur de la découverte d'un signe infaillible de la mort. Certes l'intention est excellente, mais on peut dès maintenant considérer sans effroi l'ouvrage du fossoyeur : les signes actuellement connus suffisent à prévenir toute erreur et à rendre impossible le danger sinistre d'une inhumation prématurée.

Il faut distinguer d'abord les signes *immédiats* de la mort. Le premier et le plus décisif est l'interruption définitive des battements du cœur, constatée pendant cinq minutes au moins, non pas avec la main, mais avec l'oreille. « La mort est certaine — dit le rapporteur de la commission nommée en 1848, par l'Académie des sciences, pour juger le concours relatif aux signes de la mort réelle, — la mort est certaine lorsqu'on a constaté chez l'homme la cessation définitive des battements du cœur, laquelle est immédiatement

suivie, lorsqu'elle n'en a pas été précédée, de la cessation de la respiration et de celle des fonctions du sentiment et du mouvement. » Les signes *éloignés* ne sont pas moins dignes d'attention. On en considère trois : la rigidité cadavérique, la résistance à l'action des courants galvaniques et la putréfaction. Comme nous l'avons vu, la rigidité cadavérique ne commence que quelques heures après la mort; l'abolition générale et totale de la contractilité musculaire sous l'influence des courants, et enfin la putréfaction, ne sont manifestes qu'à une époque encore plus tardive. Ces signes éloignés, et surtout le dernier, ont l'avantage de pouvoir être constatés par des personnes étrangères à l'art, et on fait bien d'y prendre garde dans les pays où la vérification des décès n'est pas confiée aux médecins, mais ils n'ont plus d'importance partout où il y a des médecins pour ausculter le cœur et conclure la mort, avec certitude et promptitude, de la cessation absolue des battements de cet organe. Au commencement de ce siècle, Hufeland et plusieurs autres praticiens, convaincus que tous les signes alors connus de la mort étaient incertains, sauf la putréfaction, avaient proposé et obtenu en Allemagne la création d'un certain nombre de maisons mortuaires destinées à recevoir et à conserver quelque temps les corps des décédés. Depuis que ces établissements existent, on n'a vu aucun des corps transportés dans ces asiles, après la déclaration authentique du médecin, revenir à la vie. L'utilité des maisons mortuaires est encore plus contestable aujourd'hui où l'on possède un moyen positif et immédiat de reconnaître la mort réelle. Les mesures de police qui interdisent les autopsies et les inhumations avant

l'expiration complète d'un délai de vingt-quatre heures à partir de la déclaration du décès restent d'ailleurs de sages précautions, mais qui n'enlèvent rien à la certitude du témoignage fourni par l'arrêt du cœur. Quand le cœur a définitivement cessé de battre, il n'y a plus de résurrection possible, et la vie qui l'abandonne se dispose à entrer dans un nouveau cycle.

Hamlet, dans son célèbre monologue, parle de « la contrée non découverte dont la frontière n'est repassée par aucun voyageur », et il se demande mélancoliquement quels sont les rêves de l'homme auquel la mort a ouvert les portes des sombres lieux. On ne saurait, au nom de la physiologie, répondre avec plus de certitude que ne fait le personnage shakspearien. La physiologie est muette sur les destinées de l'âme après la mort; elle ne nous en apprend rien, elle ne peut rien nous en apprendre. Il est évident et il serait puéril de nier que toute manifestation psychique ou affective et toute représentation concrète de la personnalité sont impossibles après la mort. La dissolution de l'organisme anéantit certainement et nécessairement les fonctions sensitives, motrices et volitives, inséparables d'un certain ensemble de conditions matérielles. On ne peut sentir, mouvoir et vouloir qu'autant qu'on a des organes de réception, de transmission et d'exécution. Ces affirmations de la science sont indiscutables et doivent être acceptées sans réserve. Nous instruisent-elles de la destinée des principes psychiques eux-mêmes? Encore une fois, non, et pour cette raison bien simple, que la science n'atteint pas ces principes; mais la métaphysique, qui les atteint, nous autorise, bien plus, nous oblige à croire qu'ils sont immortels. Ils sont im-

mortels comme les principes de mouvement, comme les principes de perception, comme toutes les unités actives du monde. Qu'est-ce qui caractérise ces unités en général? C'est d'être simples, c'est-à-dire indestructibles, c'est-à-dire en connexion harmonique les unes avec les autres, de telle façon que chacune perçoive l'ordre infini des autres. Si cette connexion n'existait pas, il n'y aurait pas de monde. Qu'est-ce qui caractérise les unités psychiques en particulier? C'est d'avoir en outre la conscience d'une telle perception, le sentiment des rapports qui lient tout, et les facultés plus ou moins développées qu'impliquent cette conscience et cette perception. Or pourquoi ces unités seraient-elles plus périssables que les autres? Pourquoi, si toutes les forces, toutes les activités, sont éternelles, celles-là seules n'auraient point l'éternité qui ont ce noble privilége, à savoir la conscience des rapports infinis que les autres supportent sans le savoir?

Pour concevoir l'immortalité de l'âme, il faut donc se placer à ce point de vue, où les hommes ne s'élèvent qu'avec difficulté, de la simplicité et de l'indéfectibilité de tous les principes d'énergie qui remplissent l'univers. Il faut nous habituer à comprendre que ce que nous voyons n'est rien à côté de ce que nous ne voyons pas. Toute la force, tout le ressort des mouvements les plus compliqués, des phénomènes les plus grandioses de la nature et des opérations les plus délicates de la vie, y compris la pensée, proviennent de l'emmêlement infini d'une infinité de séries de principes inétendus et cachés dont les activités vont en se perfectionnant depuis la simple capacité motrice jusqu'à la suprême raison. La personnalité humaine, telle que nous la

voyons et la connaissons, n'est qu'une résultante complexe et grossière de celles de ces activités primitives qui sont au plus profond et au meilleur de nous-mêmes. Ce n'est pas celle-là qui est immortelle — elle ne l'est pas plus que la force motrice d'une machine à vapeur ou l'électricité d'une pile de Volta, alors que cependant le mouvement et l'électricité sont eux-mêmes indestructibles. Ce n'est pas celle-là qui peut aspirer au sein de Dieu. Notre vraie personnalité, notre vrai moi, celui qui peut sans illusion compter sur une vie future, c'est l'unité dégagée de tout lien matériel et de tout alliage concret; c'est l'énergie manifestement simple, qui a la conscience plus ou moins nette de ses propres rapports avec l'infinité des unités semblables, et s'en rapproche plus ou moins par la pensée et l'amour. Il est impossible de nous représenter ce que deviendra la vie de cette unité le jour où, quittant sa prison de chair et gagnant l'idéal éther, elle n'aura plus d'organes pour agir; mais ce que nous pouvons affirmer, c'est que, précisément à cause de cela, elle s'élèvera à une science plus claire de ce qu'elle n'avait su qu'obscurément et à une dilection plus pure de ce qu'elle n'avait adoré qu'à travers le voile des sens. Et, cette certitude, qui est l'ennoblissement de la vie, est aussi la consolation de la mort.

L'HÉRÉDITÉ EN PHYSIOLOGIE, EN MÉDECINE ET EN PSYCHOLOGIE[1]

Il y a dans les sciences humaines bien des motifs de satisfaction et d'orgueil pour l'esprit, mais les raisons d'humilité et d'amertume n'y manquent pas non plus. En dépit des persévérants efforts et des longues pensées des légions d'investigateurs qui nous ont précédés, la nature a des abîmes noirs et profonds en face desquels toute clairvoyance devient de la cécité, toute hardiesse de la crainte et toute confiance du découragement. Quand nous essayons de projeter quelque lumière à l'intérieur de ces gouffres mystérieux, cette lumière ne nous y fait apercevoir que les spectres de notre propre ignorance, et nous ne retirons de cette vaine tentative qu'un nouveau sentiment de notre impuissance et de notre misère. Il serait sage d'en retirer encore autre chose : je veux dire une leçon profitable. En effet, rien ne devrait rappeler à la modestie et à la patience, refroidir les ardeurs présomptueuses et confondre les audacieuses témérités, comme l'étude de ces phéno-

[1] *Revue des deux mondes* du 15 août 1873.

mènes que la Providence semble avoir établis tout exprès pour déconcerter la curiosité des hommes. Cependant beaucoup de ceux-ci feignent d'ignorer les ouvrages merveilleux et compliqués qui se réalisent dans les domaines inaccessibles à la vue et aux sens, et contestent obstinément l'existence des activités invisibles et des forces insensibles. Voilà le funeste scepticisme auquel il faut opposer le témoignage des sphinx dont nous parlons ici. La leçon est d'autant plus éloquente que, par un singulier contraste, ces questions rebelles à toute sorte d'explication théorique et de représentation imaginative, sont justement celles qu'on connaît le mieux empiriquement. La connaissance des effets n'y semble aucunement préparer celle des causes.

Ces réflexions s'appliquent particulièrement à l'hérédité. Le fait est que l'ovule renferme en sa substance, d'apparence homogène, non-seulement l'organisme anatomique de l'individu qui en sortira, mais encore son tempérament, son caractère, ses aptitudes, ses sentiments et ses pensées. Les parents déposent dans cette molécule l'avenir d'une existence identique à la leur au point de vue physiologique presque toujours, au point de vue pathologique souvent, et au point de vue psychologique dans plus d'une conjoncture. Ce sont les résultats des derniers travaux entrepris sur cette étonnante industrie vitale que nous nous proposons de faire connaître au lecteur [1].

[1] Voy. surtout Th. Ribot, l'*Hérédité, ses phénomènes, ses lois*, etc. Paris, in-8, 1873.

I

L'hérédité est la loi biologique en vertu de laquelle les êtres vivants tendent à transmettre à leurs descendants un certain nombre des traits qui les caractérisent. C'est une question fort délicate que celle de savoir s'il faut mettre sur le compte de l'hérédité la transmission des formes anatomiques et des fonctions physiologiques dont le système constitue l'espèce. En tout cas, il est clair qu'ici la répétition des parents dans les enfants est complète et absolue. Sans cela, il n'y aurait point d'espèce, il n'y aurait que des successions d'êtres sans autres rapports que celui de la génération. Dans les limites historiques de l'expérience, la reproduction perpétuelle des caractères spécifiques, toujours identiques, c'est-à-dire l'intégrité permanente de l'espèce, est un fait à peu près hors de doute. Les caractères qui distinguent les races et les variétés se transmettent avec moins de régularité et de fixité, et c'est précisément sur les transformations diverses qu'ils peuvent subir d'une génération à l'autre qu'une célèbre école de naturalistes s'appuie pour démontrer, avec plus ou moins de mesure, la transmutation des organismes dans la suite des temps. Plus irrégulière et plus variable encore est la répétition des caractères qui, moins généraux que ceux de l'espèce et de la race, peuvent être considérés comme propres à l'indi-

vidu. Ainsi, plus les caractères deviennent particuliers et spéciaux, plus ils échappent à l'hérédité, plus il y a de chances pour que les enfants diffèrent des parents. L'observation, et une observation aussi ancienne que l'homme, établit cependant que ces caractères tout personnels sont transmissibles par la génération. Dans quelles limites et dans quelles conditions? Voilà ce qu'il s'agit de rechercher avec toute sorte de prudence, car il n'y a pas de question où l'on soit plus exposé à glisser sur des pentes dangereuses.

L'hérédité est surtout manifeste dans la continuité des états physiologiques et pathologiques. Elle s'accuse fortement dans l'expression et dans les traits de la physionomie. Les anciens l'avaient remarqué; de là, chez les Romains, les *nasones*, les *labeones*, les *buccones*, les *capitones*, etc. Le nez est peut-être de tous les traits celui que l'hérédité conserve le mieux : celui des Bourbons est célèbre. L'hérédité paraît aussi dans la fécondité et dans la longévité. Dans la vieille noblesse française, plusieurs familles ont joui d'une grande vigueur de propagation. Anne de Montmorency, qui, âgé de plus de soixante-quinze ans, put encore, à la bataille de Saint-Denis, briser de son épée les dents du soldat écossais qui lui porta le dernier coup, était père de 12 enfants. Trois de ses aïeux, Mathieu Ier, Mathieu II, Mathieu III, en avaient ensemble 18, dont 15 garçons. Le fils et le petit-fils du grand Condé en avaient 19 à eux deux, et leur père arrière-grand-père, tué à Jarnac, 10. Les quatre premiers Guise comptaient ensemble 43 enfants, dont 30 garçons. Achille de Harlay, père du premier président, eut 9 enfants, son père 10, son arrière-grand-père 18. Dans

certaines familles, cette fécondité a duré pendant cinq ou six générations. La longueur de la vie moyenne dépend des localités, du régime, de l'état de civilisation, mais la longévité individuelle paraît complètement affranchie de ces conditions. On l'observe chez ceux qui mènent la vie la plus laborieuse aussi bien que chez ceux qui prennent le plus grand soin de leur santé, et elle semble tenir à une puissance interne de vitalité que les individus ont reçue de leurs ancêtres. Cela est si connu qu'en Angleterre les compagnies d'assurance sur la vie se font transmettre par leurs agents des renseignements sur la longévité des ascendants de la personne à assurer. Dans la famille de Turgot on ne dépassait guère l'âge de cinquante-neuf ans, et l'homme qui en a fait la célébrité eut le pressentiment, du jour où il eut atteint la cinquantaine, que le terme de sa vie n'était pas éloigné. Malgré toute l'apparence d'une bonne santé et une grande vigueur de tempérament, il se tint prêt depuis lors à mourir, et il mourut en effet à l'âge de cinquante-trois ans.

L'hérédité transmet souvent la force musculaire et diverses autres activités motrices. Il y avait dans l'antiquité des familles d'athlètes. Les Anglais ont des familles de boxeurs. Les recherches récentes de M. Galton sur les lutteurs et les rameurs à la course montrent que les vainqueurs, dans les exercices où ces hommes prennent part, appartiennent en général à un petit nombre de familles où l'agilité et l'adresse sont héréditaires. La souplesse et la grâce dans les mouvements de la danse se transmettent aussi, comme en témoigne la célèbre famille des Vestris. Il en est de

même des diverses particularités de la voix, le bégaiement, le nasillement, le grasseyement. Les familles de chanteurs sont nombreuses. La plupart des enfants nés de parents bavards sont bavards de naissance. Le docteur Lucas cite l'exemple d'une domestique d'une loquacité irrésistible. Elle parlait aux personnes à ne pas les laisser libres de respirer, elle parlait aux bêtes, aux choses; elle s'entretenait tout haut avec elle-même. Il fallut la congédier. « Mais, disait-elle à son maître, ce n'est pas de ma faute, cela me vient de mon père, dont le même défaut désespérait ma mère, et il avait un père qui était comme moi. »

L'hérédité des anomalies de l'organisation a été constatée dans beaucoup de cas. L'un des plus singuliers est celui d'Edward Lambert, dont le corps, moins le visage, la paume des mains et la plante des pieds, était recouvert d'une sorte de carapace d'excroissances cornées. Il donna le jour à six enfants qui tous, dès l'âge de six semaines, présentèrent la même anomalie. Le seul qui survécut la transmit, comme son père, à tous ses fils, et cette transmission, marchant de mâle en mâle, se continua pendant cinq générations. On cite aussi la famille Colburn, dans laquelle les parents communiquèrent aux enfants, pendant quatre générations, ce qu'on a appelé le *sexdigitisme*, c'est-à-dire des membres à six doigts. L'albinisme, la claudication, le bec-de-lièvre et d'autres anomalies se reproduisent de la même façon dans la descendance. On a constaté que des habitudes purement individuelles étaient susceptibles d'une semblable tendance à la répétition. Girou de Buzareingues dit avoir connu un homme qui avait l'habitude, lorsqu'il était dans son lit, de se cou-

cher sur le dos et de croiser la jambe droite sur la gauche. Une de ses filles apporta en naissant la même habitude; elle prenait constamment cette position dans son berceau, malgré la résistance des langes. Le même auteur assure qu'il a observé souvent des enfants ayant reçu de leurs parents des habitudes non moins extraordinaires qu'on ne peut rapporter ni à l'imitation ni à l'éducation. Darwin en signale un autre exemple. Un enfant avait la bizarre habitude, lorsqu'il était content, de remuer rapidement ses doigts. Quand il était très-excité, il levait les deux mains de chaque côté de sa figure, à la hauteur des yeux, toujours en remuant les doigts. Devenu vieillard, il avait encore de la peine à se contenir pour ne pas faire ces gestes. Il eut huit enfants, dont une petite fille qui dès l'âge de quatre ans remuait ses doigts et levait ses mains tout comme son père. On a constaté enfin l'hérédité de l'écriture. Il y a des familles où l'usage spécial de la main gauche est héréditaire. Les particularités diverses des états sensoriels se transmettent de la même manière. Presque tous les membres de la famille des Montmorency étaient affectés d'un strabisme incomplet qu'on appelait la vue à la Montmorency. L'incapacité de distinguer les diverses couleurs est notoirement héréditaire : le célèbre chimiste anglais Dalton et deux de ses frères en étaient affectés; aussi cette affection a reçu le nom de *daltonisme*. La surdité et la cécité sont quelquefois héréditaires, quoique rarement; la surdi-mutité l'est encore plus exceptionnellement. On a cité quelques exemples curieux de transmission de certaines perversités du goût. M. Lucas rapporte, d'après Zimmermann, le fait que voici : en Écosse, un

homme était entraîné par un penchant irrésistible à manger de la chair humaine. Il eut une fille. Quoique séparée de son père et de sa mère, qui furent condamnés au feu avant qu'elle eût un an, quoique élevée au milieu de personnes respectables, cette jeune fille succomba, comme son père, à l'incroyable besoin de manger de la chair humaine. Ce fait touche évidemment à la folie.

La folie se transmet certainement par hérédité. Esquirol a trouvé sur 1375 aliénés 337 cas de transmission héréditaire. Guislain et d'autres médecins estiment d'une façon générale que le nombre des cas d'aliénation héréditaire représente le quart des malades. M. Moreau (de Tours) et d'autres admettent que la proportion est plus considérable. L'hérédité de la folie ne comprend pas seulement la transmission directe de l'aliénation proprement dite : l'hystérie, l'épilepsie, la chorée, l'idiotie, l'hypochondrie peuvent provenir de la folie, et réciproquement celle-ci peut les reproduire. En passant d'une génération à l'autre, ces diverses névroses se transforment en quelque sorte l'une dans l'autre [1]. Herpin (de Genève) a constaté chez les ascendants de 243 épileptiques, 7 épileptiques, 21 aliénés et 27 individus qui avaient eu des

[1] La simple ivresse alcoolique peut se transformer en névroses profondes. Les enfants conçus pendant un accès aigu d'ivresse sont souvent épileptiques, aliénés, idiots, etc. Ces faits avaient été observés depuis très-longtemps. Une loi de Carthage défendait toute autre boisson que l'eau le jour de la cohabitation maritale, et Amyot dit que « l'ivrogne n'engendre rien qui vaille ». Des travaux récents et précis ont démontré que l'enfant engendré dans un accès de délire alcoolique même transitoire porte toujours les stigmates indélébiles d'une dégénérescence plus ou moins profonde.

affections cérébro-spinales; Georget a tiré, de nombreuses observations faites à la Salpêtrière la conclusion que les femmes hystériques avaient presque toujours parmi leurs proches parents des hystériques, des épileptiques, des hypochondriaques, des aliénés. M. Moreau a insisté sur la quantité prodigieuse d'états nerveux d'ordre morbide que l'on trouve chez les ascendants des idiots et des imbéciles. Un seul fait suffira pour donner une idée des complications variées et bizarres de la transmission héréditaire des névroses. Le docteur Morel a donné ses soins aux quatre frères d'une même famille. Le grand-père de ces enfants était mort aliéné, leur père n'avait jamais rien pu faire de suivi; leur oncle, doué d'une grande intelligence et médecin célèbre, était connu par ses excentricités. Or ces quatre enfants, produits d'une même souche, présentaient des formes très-différentes de troubles psychiques : l'un était maniaque, à accès périodiques et désordonnés; le second, mélancolique, était réduit par sa stupeur à un état purement automatique ; le troisième se signalait par une extrême irascibilité et des tendances au suicide; le quatrième se faisait remarquer par de grandes dispositions pour les arts, mais il était d'une nature craintive et soupçonneuse.

La scrofule, le cancer, le tubercule, la syphilis, la goutte, l'arthritis, la dartre et en général les affections chroniques constitutionnelles auxquelles on a donné le nom de *diathèses* et de *cachexies* passent fort souvent des parents aux enfants. L'hérédité de ces états morbides est presque aussi fréquente et aussi nette que celle des névroses. Il est permis d'affirmer aussi,

bien qu'elle soit plus rare, celle des maladies de la peau et surtout du psoriasis.

Rien de plus intéressant, de plus dramatique, que l'évolution de ces maladies héréditaires qui, déposées à l'état de germe, de simple prédisposition, dans l'économie des enfants, tantôt sont anéanties sans retour par un ensemble de conditions et de précautions heureuses, tantôt commencent immédiatement leur fatal ouvrage de destruction, tantôt se dissimulent pendant des années et se réveillent un jour, impitoyables et terribles, sous l'influence d'excitations diverses. C'est ainsi que l'âge, le sexe, le tempérament, les mœurs, les habitudes, l'hygiène, le milieu, interviennent dans le développement des activités morbides d'origine héréditaire. La folie est rare dans l'enfance; l'épilepsie éclate le plus ordinairement dans l'adolescence. L'hystérie, la scrofule, le rachitisme et le tubercule apparaissent dans l'enfance et dans l'adolescence; la goutte, la gravelle, les calculs, l'alopécie, le cancer, sont des états héréditaires de l'adulte. — La femme est plus sujette à la folie, à l'épilepsie, à l'hystérie que l'homme. Celui-ci, en revanche, est atteint beaucoup plus fréquemment de goutte, de gravelle et de calculs. Le tempérament nerveux favorise l'apparition des névroses, le tempérament lymphatico-sanguin celle de l'arthritis et de la dartre, le lympathique celle de la scrofule. Les changements qui surviennent dans l'équilibre physiologique de l'individu ont une action prononcée sur le mouvement et l'aspect des affections constitutionnelles. Ainsi la folie apparaît souvent à la suite de la menstruation, de la grossesse, de l'accouchement; l'épilepsie et l'hystérie se déclarent égale-

ment à l'instant où les indices de la puberté se manifestent. L'éducation et les mœurs ont une influence analogue. Les traitements barbares et la sévérité excessive, tout comme l'absence complète de discipline et le défaut de surveillance, ont souvent des effets déplorables sur le cerveau des enfants. Les excès alcooliques, la bonne chère sont funestes aux individus nés de parents atteints de goutte et de gravelle, de même que la misère et l'insalubrité du milieu déciment ceux qui portent en eux le germe de la phthisie.

Quoi qu'il en soit, la fatalité des maladies héréditaires est un grand et lugubre fait dont ceux-là seuls ont la pleine et triste connaissance qui sont appelés à en constater chaque jour les conséquences. Il faut voir les infirmités précoces, les longues douleurs, les irréparables catastrophes, les agonies cruelles et lentes auxquelles les parents condamnent souvent leurs enfants en croyant leur transmettre le bienfait de la vie, pour juger de la puissance du génie morbide caché au plus profond de leur être. Il faut lire les auteurs qui ont traité ces questions, et particulièrement nos savants aliénistes français, pour apprendre à connaître l'énergie mystérieuse et malfaisante qu'apporte si souvent avec lui, en ouvrant les yeux à la lumière du jour, l'être innocent et chétif, objet — en ce court instant d'illusion — de toutes les joies, de toutes les bénédictions et de toutes les riantes espérances.

En résumé, il est permis de dire que la transmission héréditaire soit des particularités individuelles de structure anatomique et de tempérament, soit des aptitudes à contracter tel ou tel état morbide — ce

qui tient aussi à certaines dispositions corporelles, — est un phénomène très-fréquent, mais non pas constant, chez les animaux et chez l'homme.

La transmission héréditaire des particularités individuelles d'ordre mental ou affectif et des aptitudes à telle ou telle activité spéculative ou morale est un phénomène qu'on observe aussi, mais plus rarement que le précédent. Lorsqu'on parcourt la série des exemples et des témoignages accumulés et invoqués par certains auteurs, on est frappé, il est vrai, de la force apparente de ces arguments, et l'on attribue volontiers une part considérable à l'hérédité dans le développement de l'intelligence et du caractère, dans la genèse de l'individu pensant. On ne voit pas, on oublie le nombre énorme des faits qui déposent en sens contraire. Les illusions de ce mirage n'ont pas été inutiles, en ce sens qu'elles ont suggéré des recherches fort intéressantes, mais elles seraient dangereuses si elles accréditaient dans le public les conclusions que quelques auteurs ont tirées de ces recherches. Nous signalerons succinctement le bénéfice réel des unes et nous essayerons de réfuter les autres.

D'après M. Galton, dans la famille de Richard Porson, célèbre helléniste anglais, la mémoire était si remarquable qu'elle était passée en proverbe : *the Porson memory*. Lady Esther Stanhope, qui a mené une existence si aventureuse, cite, entre beaucoup de ressemblances entre elle et son grand-père, celle de la mémoire. « J'ai les yeux gris et la mémoire locale de mon grand-père, dit-elle. Quand il avait vu une pierre sur une route, il s'en souvenait ; et moi aussi ; son œil, terne et pâle dans les moments ordinaires, s'illuminait

comme le mien d'un éclat effrayant dès que la passion le prenait. » — Les facultés imaginatives et créatrices, dont le rôle est prépondérant dans les arts et dans la poésie, se transmettent parfois des ascendants aux descendants. M. Galton, dans l'ouvrage qu'il a publié il y a quatre ans [1], et M. Th. Ribot, dans son livre tout récent, donnent de longues listes de peintres, de poëtes et de musiciens, destinées à mettre en évidence le rôle de l'hérédité dans la genèse des talents de ces artistes. Il y a dans ces listes beaucoup de cas où ce rôle ne saurait être révoqué en doute, mais il y en a bien plus encore où il est fort contestable. Ainsi ces auteurs voient une influence de l'hérédité dans le génie poétique de Byron, de Gœthe, de Schiller, parce qu'ils retrouvent dans leurs ascendants certaines passions, certains vices ou certaines qualités, comme si ces particularités de caractère étaient déterminantes du génie poétique. En fait, on n'y voit pas un grand poëte qui ait reçu ses facultés de ses parents. On y voit qu'un grand poëte engendre quelquefois des poëtes médiocres, mais ce n'est pas la même chose. L'hérédité des aptitudes à la peinture est plus réelle ; sur une liste de quarante-deux peintres célèbres italiens, espagnols ou flamands, M. Galton en note vingt et un qui ont des parents illustres. Les noms des Bellini, des Carrache, des Téniers, des Van Ostade, des Miéris, des Van der Velde, des Vernet, témoignent assez de l'existence de familles de peintres. On rencontre dans la famille de Titien neuf peintres de mérite. L'histoire des musiciens offre des cas plus

[1] *Hereditary Genius*. London 1869.

surprenants. La famille des Bach commence en 1550 et se termine en 1800; son chef fut Veit Bach, boulanger à Presbourg, qui se délassait de son travail par le chant et la musique. Il avait deux fils qui commencèrent cette suite non interrompue de musiciens du même nom qui inondèrent la Thuringe, la Saxe et la Franconie pendant près de deux siècles. Tous furent organistes, ou chantres de paroisse, ou ce qu'on appelle en Allemagne musiciens de ville. Lorsque, devenus trop nombreux pour vivre rapprochés, les membres de cette famille se furent dispersés, ils convinrent de se réunir une fois chaque année, à jour fixe, afin de conserver entre eux une sorte de lien patriarcal. Cet usage se perpétua jusque vers le milieu du XVIIIe siècle, et plusieurs fois on vit jusqu'à cent vingt personnes, hommes, femmes et enfants, du nom de Bach. Dans cette famille, on compte vingt-neuf musiciens *éminents* et vingt-huit d'ordre inférieur. Le père de Mozart était second maître de chapelle du prince-évêque de Salzbourg. Celui de Beethoven était ténor de la chapelle de l'électeur de Cologne. Son grand-père avait été chanteur, puis maître de la même chapelle. Les parents de Rossini jouaient de la musique dans les foires.

On constate une intervention à peu près aussi efficace et suivie de l'hérédité dans la transmission des passions et des sentiments d'un tout autre ordre qui déterminent les penchants vicieux. Le goût de l'alcool, les habitudes de débauche, la passion du jeu, acquièrent chez certains individus un empire qui ne s'explique que par une fatale prédisposition organique reçue des ancêtres. « Une dame avec laquelle j'ai été

lié, jouissant d'une grande fortune, dit Gama Machado, avait la passion du jeu et passait ses nuits à jouer : elle mourut jeune d'une maladie pulmonaire. Son fils aîné, qui lui ressemblait parfaitement, était également passionné pour le jeu. Il mourut de consomption, comme sa mère, et presque au même âge qu'elle. Sa fille, qui lui ressemblait, hérita des mêmes goûts, et mourut jeune. » L'hérédité du penchant au vol, au viol, à l'assassinat, au suicide, a été constatée dans nombre de cas.

Au fur et à mesure qu'on s'élève des régions purement physiologiques ou pathologiques à celles où l'activité de l'esprit intervient davantage, on voit l'hérédité perdre de sa force et de sa constance. Il y a eu des familles de savants, celles des Cassini, des Jussieu, des Bernouilli, des Darwin, des Saussure, des Geoffroy, des Pictet. Dans la littérature et l'érudition, on cite les Estienne, les Grotius et quelques autres. Les Mortemart étaient célèbres par leur esprit. Le génie de la politique et celui de la guerre se sont parfois perpétués dans certaines maisons pendant plusieurs générations. A tout prendre, ces faits de transmissions des facultés psychiques ne sont pas fréquents. Si on les note avec autant de soin, si on les met en relief, c'est apparemment qu'ils ne sont pas ordinaires, sans compter qu'il y en a plus d'un où l'éducation a eu peut-être autant de part que l'hérédité.

Il a paru il y a quelques années un livre intitulé *Phrénygogénie*, dans lequel on trouve, à côté de beaucoup de propositions chimériques ou paradoxales, une idée qui mérite attention, d'autant plus qu'elle vise une particularité dont les physiologistes ne sem-

blent pas s'être jusqu'ici préoccupés. L'auteur de ce livre, M. Bernard Moulin, cherche à y démontrer que les enfants sont la *photographie* vivante de leurs parents considérés au moment même de la conception; d'après lui, les parents transmettent aux enfants les goûts et les aptitudes dont l'exercice spontané ou provoqué était alors à son maximum. Les conclusions absolues que M. Moulin tire de ses recherches touchant l'art de procréer des enfants supérieurs font parfois sourire, mais les faits qu'il cite à l'appui sont curieux. En voici quelques-uns. Neuf mois avant la naissance de Napoléon Ier, la Corse était en pleine discorde. Le célèbre Paoli, à la tête d'une armée de citoyens formée par ses soins, tâchait d'éteindre la guerre civile et de prévenir une invasion d'étrangers. Charles Bonaparte, son aide de camp et son secrétaire, déployait à ses côtés un admirable courage. Le jeune officier avait près de lui sa femme, Lœtitia Ramolino, d'une beauté romaine, d'un mâle et puissant caractère. Napoléon fut conçu sous la tente, la veille d'un combat, à deux pas des batteries tournées vers l'ennemi. — Robespierre datait de l'année 1758, qui vit tenailler et écarteler en place de Grève le régicide Damiens, année de guerre, de famine, de mécontentement. Son père était avocat et lecteur insatiable du *Contrat social*. — Pierre le Cruel, roi de Castille, naquit d'Alphonse XI, qui vivait en mésintelligence avec sa femme. Des scènes scandaleuses de colère, de jalousie, d'emportement, troublaient perpétuellement le ménage royal, et le résultat du commerce des deux époux fut Pierre le Cruel, monstre de laideur physique et morale. — L'histoire nous montre les parents de Raphaël adonnés

tous deux à l'art de la peinture. L'épouse, vraie madone, se complaisait dans les sujets gracieux et pieux. Le père, barbouilleur énergique, avait pour lui la force.

M. Ribot, dans l'ouvrage remarquable qu'il vient de consacrer à l'hérédité, recherche les lois de cette mystérieuse influence, qu'il considère comme une sorte d'habitude, de mémoire éternelle. Ces lois ne sont guère que la constatation des directions habituelles de l'impulsion héréditaire. Tantôt l'hérédité va du père à la fille, de la mère au fils ; tantôt l'enfant tient de ses deux parents. Enfin il arrive souvent que l'enfant, au lieu de ressembler à ses parents immédiats, ressemble à l'un de ses grands parents ou à quelque ancêtre encore plus reculé, ou à quelque membre éloigné d'une branche collatérale de la famille. C'est ce qu'on a nommé l'*atavisme* ou l'hérédité en retour [1]. Ce dernier fait était bien connu des anciens. Montaigne s'en émerveille. « Quel monstre, dit-il, est-ce que cette goutte de semence, de quoy sommes produits, porte en soy les impressions non de la forme corporelle seulement, mais des pensements et des inclinations de

[1] On a rapproché de l'atavisme le singulier phénomène des générations alternantes. En 1818, Chamisso découvrit, en étudiant les *biphores* ou *salpas*, que ces animaux sont tour à tour libres ou agrégés. A la première génération on trouve les biphores *chaines*, produits par gemmation ; à la deuxième, les biphores *solitaires*, produits par des spores ; à la troisième, on retrouve les biphores chaines, en sorte que le fils ne ressemble jamais à son père et ressemble toujours à son grand-père. Les travaux de Saars et de Steenstrup ont fait voir que chez d'autres animaux le cycle dépasse trois générations, et que la ressemblance, au lieu d'aller de l'aïeul au petit-fils, va du bisaïeul à l'arrière-petit-fils.

nos pères? Cette goutte d'eau, où loge-t-elle ce nombre infiny de formes? et comment porte-t-elle ces ressemblances d'un progrez si téméraire et si desréglé que l'arrière-petit-fils répondra à son bisaïeul, le nepveu à l'oncle? » L'étonnement de Montaigne est légitime, et on ne connaît pas plus aujourd'hui qu'au XVIe siècle les causes de ces bizarres transmissions.

Tels sont les faits. C'est en vain qu'on les multiplierait ou qu'on les commenterait pour en changer le caractère. Les exemples d'hérédité ne seront jamais, dans le domaine psychologique, que des exceptions, comparés à ceux qui en représentent la contre-partie. Or, si ce sont des exceptions, de quel droit établit-on l'hérédité comme loi générale du développement de l'activité intellectuelle? de quel droit affirme-t-on qu'ici l'hérédité est la règle et la non-hérédité l'exception? M. Ribot accumule les arguments les plus subtils pour étayer cette singulière proposition, mais il y perd son temps et son talent. De quelque façon qu'on explique comment l'hérédité des aptitudes intellectuelles est vaincue presque constamment par des causes antagonistes ou perturbatrices, elle n'en est pas plus victorieuse. Par quelques raisons ingénieuses qu'on se console de voir la souveraineté idéale de l'hérédité réduite, dans la nature des choses, à une très-médiocre autorité, celle-ci n'en est pas plus grande. Bref, si en fait la non-hérédité a beaucoup plus d'empire que l'hérédité, on se demande pourquoi M. Ribot adopte une formule qui implique tout le contraire.

Est-ce que d'ailleurs le spectacle du développement de la civilisation n'atteste pas à lui seul l'efficacité prépondérante, au sein de l'homme, d'une éternelle

tendance à la métamorphose, à l'innovation, au changement? La fixité des pensées et l'immobilité des habitudes ont été, il est vrai, la loi des peuplades primitives et sont encore aujourd'hui celle des tribus sauvages; mais d'abord rien ne prouve que l'hérédité en soit cause. Cette répétition plus ou moins longue de sociétés identiques paraît plutôt devoir être attribuée à l'instinct irrésistible et puissant de l'imitation, et au respect absolu des rites et des coutumes décrétés par la religion. Chez ces peuples, l'avenir ne ressemble au présent et le présent au passé que parce que la même règle inflexible, la même autorité et la même superstition tyrannique s'imposent indistinctement à tous. Rien n'y a de force et de crédit que par la tradition, et la tradition n'y est que le souvenir révéré d'une volonté exprimée jadis par les mystérieuses puissances. Quand les Anglais veulent associer les Hindous aux travaux de voirie et de salubrité qu'ils exécutent dans l'Inde, ils sont obligés encore aujourd'hui d'assurer que l'utilité de ces travaux a été comprise par les brahmanes des époques les plus reculées, tant cette vieille race a de peine à s'imaginer qu'une règle puisse être obligatoire sans être traditionnelle.

Quoi qu'il en soit, et quelque part que l'hérédité puisse avoir ici, il est certain que cette part n'est pas grande, puisque cette singulière homogénéité des races primitives, au lieu de se conserver et de se fortifier, fait place tôt ou tard à la diversité. Chaque peuple est envahi à son tour par une force aussi capable d'agir dans un sens opposé à celui des influences héréditaires que de secouer le joug de fer des coutumes originelles. C'est en Grèce, il y a près de trois

mille ans, que le premier essor de cette force détermina ce que Gœthe appelle « la libération de l'humanité ». Depuis lors, les croisements des races distinctes, les besoins nouveaux et les inventions variées qu'ils ont perpétuellement suggérées, les idées que l'homme a conçues, grâce à un contact de plus en plus intime avec la nature, ont substitué à la simplicité primitive une variabilité multiple et irrésistible dont l'état actuel du monde est la preuve évidente.

II

Ceci n'est qu'une réfutation historique. Une réfutation plus scientifique et plus directe sera aussi plus décisive et plus instructive. Après avoir établi que l'hérédité n'a pas exercé une influence exclusive et continue, il faut dire les causes qui agissent en même temps qu'elle et contrairement à elle. Il faut montrer l'activité permanente et puissante de ces forces qui tendent, comme nous l'avons dit, à modifier, transformer, compliquer les pensées, les sentiments, les passions, les mœurs, les coutumes.

L'éducation a pour objet spécial de transmettre à l'enfant la somme des habitudes auxquelles il devra se conformer dans la pratique de la vie et la somme des connaissances qui lui seront indispensables pour l'exercice de sa profession, mais il faut qu'elle commence par développer en lui les facultés qui lui per-

mettront de s'approprier ces habitudes et ces connaissances. Elle apprend à l'enfant à parler, à se mouvoir, à regarder, à sentir, à entendre, à comprendre, à juger, à aimer. Or l'influence de l'éducation, opposée à celle de l'hérédité, est si grande que c'est à la première seule qu'appartient, dans la plupart des cas, le pouvoir de réaliser la ressemblance morale et psychologique des enfants et des parents. Si l'hérédité déterminait irrésistiblement et sûrement chez les descendants la reproduction de tous les caractères constitutifs de la personnalité des ascendants, l'éducation serait inutile. Du moment que l'éducation, et une éducation prolongée, vigilante, laborieuse, est indispensable pour provoquer l'apparition et réaliser le développement des aptitudes et des qualités de l'esprit chez l'enfant, il faut bien conclure que l'hérédité ne joue qu'un rôle secondaire dans cette admirable genèse de l'individu moral. Cet argument est irréfutable. Que les influences héréditaires s'accusent par des prédispositions, par des tendances déterminées, il serait peu scientifique de le nier; mais il serait tout aussi inexact de prétendre qu'elles contiennent implicitement les états futurs et gouvernent l'évolution de l'être psychique.

Rien de plus compliqué que l'éducation. Il ne peut être question ici d'en approfondir l'économie générale, qui a fait l'objet de tant d'écrits. L'importance qu'on attache partout aux ouvrages de pédagogie est à elle seule une protestation contre l'abus des théories héréditaristes. Quelques détails nouveaux sur l'un des ressorts principaux de l'éducation, sur l'instinct d'imitation, et la part qu'il a dans le développement des

individus et des races, suffiront pour faire apprécier l'énergie des influences étrangères à l'hérédité.

Un savant historien anglais, M. Bagehot, a écrit récemment des pages excellentes pour montrer combien l'imitation inconsciente d'un caractère ou d'un type préféré et la faveur générale accordée à ce caractère ou à ce type, dont le public copie instinctivement les traits, ont d'influence dans la formation des coutumes et des goûts, en même temps qu'ils en expliquent les révolutions périodiques. D'après lui, un caractère national n'est qu'un caractère local qui a fait fortune, exactement comme la langue nationale n'est que l'extension durable d'un dialecte local. Rien de plus réel que la force de cette tendance à l'imitation, grâce à laquelle, dans l'industrie, dans les arts, dans la littérature, dans les mœurs, certaines manières de faire, inventées dans des conditions très-particulières, prennent un ascendant général et s'imposent rapidement, d'abord à la foule docile et irréfléchie, puis aux personnes les plus capables d'examen et de résistance. Il convient à ce propos de remarquer que l'élite est presque toujours contrainte d'obéir aux goûts et aux exigences de la masse, sous peine d'être ignorée ou dédaignée. Un écrivain imagine un genre que le public accueille avec enthousiasme. C'est une veine. Il accoutume les lecteurs de ses livres, les spectateurs de ses pièces à ce genre bon ou mauvais, et voilà pour un temps tous les auteurs plus ou moins condamnés, s'ils veulent réussir, à imiter l'heureux novateur. Ainsi, quand même on n'imiterait point par instinct ou par nature, on imiterait par nécessité ou par intérêt. On demandait un jour au fondateur du *Times* comment il

se faisait que les articles de ce journal semblaient tous sortir de la même main. « Oh! répondit-il, il y a toujours un rédacteur supérieur aux autres, et tout le reste l'imite. »

L'histoire des religions tout entière est pleine de faits qui attestent à quel point les hommes sont guidés non par des arguments, mais par des modèles, et quelle tendance ils ont à reproduire ce qu'ils ont vu ou entendu, à régler leur existence d'après les exemples brillants et triomphants qu'ils ont sous les yeux. Beaucoup des victoires dont l'apostolat fait honneur aux moyens persuasifs dépendent bien plus de cette impulsion secrète qui nous tourne irrésistiblement à imiter les autres. Est-ce que cette efficacité du milieu, pour transformer peu à peu et radicalement les habitudes, les opinions et même les croyances, ne ressort pas aussi du spectacle de la société politique? Y a-t-il rien de plus facile à un homme qui s'est emparé de la foule que de l'amener à ses sentiments, à ses idées, à ses chimères? Est-ce que cela ne ressort pas avec une égale netteté de l'expérience quotidienne que procure l'éducation des enfants? On remarque souvent que, dans une institution de jeunes gens, les caractères extérieurs, le ton, les allures, les jeux, changent d'une année à l'autre. C'est que quelques esprits dominateurs, deux ou trois enfants qui avaient de l'ascendant, sont partis. Il en est venu d'autres, et tout s'est transformé. Les modèles changeant, les copies ont changé. On applaudit autre chose et on raille autre chose. — L'instinct d'imitation est particulièrement développé chez les hommes qui manquent d'éducation ou de civilisation. Les sauvages copient plus vite et mieux que

les Européens. Comme les enfants, ils sont naturellement mimes et ne peuvent s'empêcher d'imiter ce qui se fait devant eux. Il n'y a rien dans leur esprit qui puisse combattre cette tendance à l'imitation. Tout homme éclairé possède en lui-même une réserve considérable d'idées au milieu desquelles il peut se replier; cette ressource manque au sauvage et à l'enfant : les faits qui s'accomplissent devant eux sont leur propre vie. Ils vivent de ce qu'ils voient, de ce qu'ils entendent. Ils sont les jouets de l'extérieur. Dans les nations civilisées, les gens sans culture en sont là. Envoyez une femme de chambre et un philosophe dans un pays dont ils ne connaissent la langue ni l'un ni l'autre, il est probable que la femme de chambre l'apprendra avant le philosophe. Celui-ci a autre chose à faire. Il peut vivre avec ses pensées, mais elle, si elle ne parle pas, elle est perdue. L'instinct d'imitation est en raison inverse de l'esprit d'abstraction.

On voit par ces détails que cette force instinctive et énergique d'imitation, dont le rôle est si grand dans l'éducation des individus et des races, diffère complétement de l'hérédité. Elle peut agir et elle agit de concert avec les impulsions héréditaires, mais elle travaille bien plus souvent d'une façon indépendante et même opposée. Cela n'est pas moins vrai d'une autre force, rivale plus résolue, antagoniste plus puissante de l'hérédité, et dont il faut maintenant considérer l'ouvrage : c'est la personnalité.

Instrument par excellence de la libre invention, ressort indéfectible de la spontanéité innovatrice, la personnalité individuelle de l'esprit peut être désignée, par opposition au mot hérédité, sous le nom d'*innéité*.

Pour donner une idée de la puissance de l'innéité comparée à celle de l'hérédité, on pourrait dresser des listes où l'on rangerait les cas dans lesquels la manifestation des diverses passions ou des divers talents ne procède point des ancêtres, dans lesquels l'individu est né distinct de ses ascendants ou s'en est distingué par la réaction de sa propre volonté. Ces listes seraient infinies parce que, contrairement à l'opinion des partisans de l'hérédité absolue, c'est l'innéité, c'est l'activité personnelle qui est la règle générale dans l'évolution de l'esprit. En somme — et ceci est essentiel, — l'hérédité a sa racine dans l'innéité, car enfin ces aptitudes, ces qualités que les ascendants transmettent, à partir d'un certain moment et pour une durée plus ou moins longue, à leurs descendants, ces aptitudes et ces qualités ont nécessairement pris naissance à ce moment par l'essor spontané d'une volonté plus ou moins indépendante. On cite d'une part des fous, des hystériques, des épileptiques, de l'autre des peintres, des musiciens, des poëtes, qui tiennent évidemment de leurs parents l'activité ou malfaisante ou bienfaisante qui les caractérise. A merveille, mais la question est maintenant de savoir d'où les parents eux-mêmes la tenaient à leur tour, et s'il n'est pas nécessaire de s'arrêter dans l'examen rétrospectif de l'ascendance à un point où l'innéité a été souveraine. Cette souveraineté est d'autant moins contestable qu'elle ne tarde pas à reparaître d'ailleurs dans la descendance. Les effets de l'hérédité ont une fin comme ils ont un commencement : ils triomphent d'abord de l'innéité, dont ils suspendent l'influence, puis ils s'épuisent, et celle-là reprend ses droits. Ainsi l'innéité est la force continue

et permanente, tandis que l'hérédité est la force intermittente et transitoire. La nature humaine, considérée dans les siècles, est une succession d'âmes libres, d'autant plus libres qu'elles ont moins besoin, pour vouloir et pour agir, du concours des puissances mécaniques ou organiques. Quand elles requièrent un tel concours, elles abdiquent une partie de leur indépendance innée au profit des influences aveugles de l'hérédité. Cependant, même en ce qui concerne l'origine des aptitudes esthétiques, l'innéité garde la prépondérance.

En étudiant l'histoire des hommes célèbres, combien ne trouve-t-on pas de mémoires merveilleuses, d'imaginations brillantes, d'aptitudes exceptionnelles aux arts, à la poésie, à bien écrire, qui ne procèdent aucunement de l'hérédité? Il n'y a pas besoin d'en chercher bien loin des témoignages. Lamartine, Alfred de Musset, Meyerbeer, Ingres, Delacroix, Mérimée, Henri Regnault [1] — pour ne pas citer de vivants, — ont

[1] « Je crois que le soleil qui vous éclaire n'est pas le même que le nôtre — écrivait-il de Tanger, — et je vois de loin avec terreur le moment où il faudra recontempler en Europe l'aspect lugubre des maisons et des foules; mais avant d'y entrer, je veux faire revivre les vrais Maures,... puis Tunis, puis l'Égypte, puis l'Inde!... Je monterai d'enthousiasme en enthousiasme, je m'enivrerai de merveilles, jusqu'à ce que complètement halluciné je puisse retomber dans notre monde morne et banal, sans craindre que mes yeux perdent la lumière qu'ils auront bue pendant deux ou trois ans. Quand, de retour à Paris, je voudrai voir clair, je n'aurai qu'à fermer les yeux, et alors Moresques, fellahs, Hindous, colosses de granit, éléphants de marbre blanc, palais enchantés, plaines d'or, lacs de lapis, villes de diamant, tout l'Orient m'apparaîtra de nouveau... Oh! quelle ivresse, la lumière! » (*Correspondance de Henri Regnault*, recueillie par M. Arthur Duparc, 1872.) — A coup sûr ces sentiments n'étaient pas héréditaires chez Henri Regnault.

manifesté des talents dont ils ne sont redevables en rien à leurs ascendants. L'histoire des savants proprement dits nous montre la part de l'hérédité plus réduite encore. On cite des familles de savants. Combien y en a-t-il? Une douzaine au maximum. En revanche, combien de savants illustres parmi les ascendants desquels on ne rencontre que des gens ordinaires ou remarquables par des talents bien différents de ceux qui caractérisent le savant! Où sont les influences héréditaires qui ont formé un Cuvier, un Biot, un Fresnel, un Magendie, un Ampère, un Blainville, un Gay-Lussac? Il est clair qu'ici l'innéité et l'éducation ont joué le principal rôle. La vie des écrivains n'est pas plus d'accord avec les prétentions des partisans absolus de l'hérédítarisme.

Où l'innéité semble plus particulièrement triompher, c'est parmi les philosophes. Les auteurs ne donnent pas de listes de philosophes ayant hérité de leurs ancêtres des aptitudes à la spéculation. Il y a là une série de faits expressément négatifs qu'ils passent sous silence et que l'on ne considère point assez d'habitude. Les métaphysiciens, justement parce qu'en eux l'élément spirituel seul travaille, sont affranchis de toutes les influences du déterminisme héréditaire. Celui-ci est d'autant moins actif qu'il donne lieu à la transmission de caractères moins physiologiques et plus psychologiques. Or quoi de plus psychologique, quoi de plus exempt d'éléments sensoriels et de facteurs mécaniques que l'âme d'un spéculatif? En réalité, les grands métaphysiciens n'ont pas eu d'ancêtres et n'ont pas laissé de postérité. Le génie philosophique a paru toujours absolument individuel, inaliénable et intrans-

missible. Il n'y a pas un seul penseur célèbre dans l'ascendance ou la descendance duquel on puisse retrouver l'indice précurseur ou le souvenir des aptitudes éminentes qui ont fait sa gloire. Descartes et Newton, Leibniz et Spinoza, Diderot et Hume, Kant et Maine de Biran, Cousin et Jouffroy, n'ont ni aïeux ni postérité.

Telle est l'innéité. Il faudrait, pour en apprécier exactement le rôle, établir d'une façon générale et dans ses rapports avec le tempérament, l'éducation, le milieu cosmique et social, etc., la genèse et le développement des aptitudes par lesquelles tel homme supérieur se distingue nettement de ses ascendants, rassembler, en essayant de les coordonner, les éléments caractéristiques qui constituent l'essence même de la personnalité et de l'individualité, ces éléments de liberté innovatrice et d'indépendance plénière, si étonnants et si puissants, par où le génie s'affirme. On verrait alors comment la plupart du temps les aptitudes supérieures sont tellement intimes à ceux qui les manifestent, tellement profondes et vivaces, que l'éducation et la discipline, au lieu d'en favoriser, en contrarient le progrès. On discernerait chez l'homme de génie une précocité sûre d'elle-même, une ardeur entreprenante, un sentiment énergique de sa mission, une fierté qui l'élève au-dessus des préjugés de secte des ambitions de parti, et l'attache exclusivemen l'objet de ses pensées, qui seul lui fait aimer la vie Quand même les nécessités temporelles l'obligent à subir le commerce des hommes, le monde n'est pour lui qu'un désert populeux où son âme habite solitaire.

Les matériaux de cette étude existent en partie; on les

trouverait dans les biographies écrites depuis deux cents ans par les secrétaires des grandes académies, et dans les mémoires autobiographiques que beaucoup d'hommes célèbres ont laissés eux-mêmes. Un ingénieux et savant écrivain russe, M. Wechniakof, a publié récemment plusieurs écrits où il recherche à ce point de vue les particularités anthropologiques et sociologiques qui ont influé sur le développement individuel des génies originaux. Malheureusement ces opuscules ne forment pas un tout; et cependant rien ne serait plus curieux et plus utile qu'un *Traité de l'innéité.*

L'ensemble de toutes les causes de diversité, d'hétérogénéité et d'innovation qui travaillent, dans l'humanité, en opposition avec les principes de simplicité, d'homogénéité et de conservation, peut être désigné par un seul mot, celui d'évolution ou de progrès. Considérée dans les limites de l'observation positive, la nature aveugle reste identique à elle-même. Elle est aujourd'hui, dans l'ensemble, ce qu'elle était au temps d'Homère et ce qu'elle sera certainement dans plusieurs siècles. Ce sont toujours les mêmes cieux, les mêmes océans, les mêmes montagnes, les mêmes forêts, les mêmes fleurs. L'homme, au contraire, se transforme continuellement. Les générations se suivent et ne se ressemblent point. Elles sont, sous le rapport des croyances, des arts, des besoins, dans un état de permanente et rapide métamorphose. Les nations, comme les individus, ont des grandeurs et des décadences. « Ton ciel est toujours aussi bleu, s'écrie Childe-Harold en face du paysage grec, et tes rochers toujours aussi sauvages, tes bocages sont aussi frais, tes plaines aussi verdoyantes!

Tes olives mûrissent comme au temps où tu voyais Minerve te sourire; le mont Hymette est toujours riche en miel blond; la joyeuse abeille, toujours libre d'errer sur tes montagnes, y bâtit encore sa citadelle odoriférante. Apollon n'a pas cessé de dorer de ses rayons tes longs étés; le marbre de Mendeli n'a rien perdu de son antique blancheur; les arts, la gloire, la liberté passent, mais la nature reste belle! »

On pourrait multiplier à l'infini ces oppositions historiques de l'immutabilité du déterminisme universel qui règne dans la nature avec le mouvement incessant de la liberté et de l'invention humaines, avec l'effort perpétuel de l'âme pour se dégager des étreintes de la fatalité. L'histoire n'est pas autre chose que le récit de ce que ce mouvement et ces efforts ont produit dans les siècles. C'est un long drame où le bon génie de la liberté dispute l'empire au mauvais génie de la force brutale, où, sous l'œil et avec l'aide de Dieu, se gagne lentement et péniblement la victoire de l'esprit qui cherche, découvre, invente, crée, aime, adore.

III

Dans la première partie de cette étude, nous avons établi l'existence des faits d'hérédité, et montré quel rôle ils jouent dans la répétition indéfinie des caractères physiologiques et psychologiques de l'homme. Dans la seconde, nous avons signalé et examiné les

causes qui agissent contrairement aux impulsions plus ou moins tyranniques de la nature et aux nécessités du mécanisme. Il convient maintenant de donner des conclusions pratiques touchant l'emploi qu'on peut faire de ces connaissances pour le perfectionnement de la race.

Les héroïques combattants d'Homère invoquaient le nom de leurs pères, celui de leurs aïeux et le sang généreux qu'ils en avaient reçu. C'était d'un noble instinct, et les hommes qui peuvent se vanter à bon droit de leurs aïeux auront toujours beaucoup de chances pour mériter aussi la reconnaissance de leurs enfants. Les phénomènes d'hérédité autorisent en effet à croire que des parents bien constitués de corps et d'esprit sont dans les meilleures conditions pour s'assurer une postérité qui leur ressemblera.

Comment donc s'y prendre pour réaliser des alliances heureuses, capables de donner lieu à des enfants remarquables sous le rapport du physique et du moral? C'est là une question très-délicate, on le conçoit, et à laquelle nous ne pouvons ici que répondre d'une façon très-générale, en nous appuyant particulièrement sur un écrit original et encore inédit de notre célèbre chirurgien M. Sédillot, qui emploie les loisirs de sa glorieuse retraite à des études sur le moyen de perfectionner la race. M. Sédillot pense d'abord qu'on peut obtenir d'excellents renseignements sur la valeur d'un individu en consultant sa généalogie : l'histoire de ses ascendants pendant quatre ou cinq générations, tracée au point de vue de l'intelligence, de la moralité, de la force, de la santé, de la longévité, du rang social, contient en puissance une partie de sa propre histoire à

lui. L'examen de la tête peut procurer aussi des indications du plus grand prix. Il a été établi bien avant Gall, et il reste établi, en dehors des exagérations de Gall, que la forme de la tête révèle dans une certaine mesure le degré de la valeur mentale de l'homme. Dès l'antiquité la plus reculée, la sagacité populaire avait remarqué la relation qui existe entre une tête volumineuse et des capacités supérieures, et le langage est plein de locutions qui attestent la justesse de cette relation. Périclès excitait déjà l'étonnement des Athéniens à cause du volume extraordinaire de sa tête. Cromwell, Descartes, Leibniz, Voltaire, Byron, Gœthe, Talleyrand, Napoléon, Cuvier, etc., avaient des têtes énormes. On sait que le cerveau de Cuvier pesait 1,829 grammes, tandis que le poids moyen du cerveau des Européens est, d'après M. Broca, de 1350 à 1400 grammes. M. Sédillot regrette qu'on ne possède pas et voudrait qu'on se préoccupât de prendre la mesure des diverses dimensions du crâne chez les hommes notoirement connus par des aptitudes déterminées, afin de rechercher les rapports si utiles à connaître qui pourraient exister entre ces dimensions et ces aptitudes. Du moins on sait d'une façon générale quels caractères et quelles proportions du crâne correspondent aux divers degrés d'activité cérébrale. La plupart des anthropologistes reconnaissent que l'homme dont la tête ne présente pas 50 centimètres de circonférence horizontale est presque forcément médiocre, et que celui chez qui cette circonférence atteint ou dépasse 58 centimètres a beaucoup de chances pour être très-supérieur. On cite, il est vrai, quelques exemples d'hommes célèbres dont la tête était petite, mais il

s'agit alors d'hommes distingués dans une spécialité fort restreinte. Ces dimensions ne constituent d'ailleurs qu'un des indices extérieurs par où il est possible de déterminer approximativement la valeur intellectuelle de l'individu. Il importe de considérer d'autre part la forme d'ensemble et les proportions relatives des diverses régions du crâne, c'est-à-dire l'harmonie qu'on appelle beauté. Un moyen facile, d'après M. Sédillot, d'apprécier la conformation de la tête, est de la regarder de côté ou de profil, et un peu d'arrière en avant. On est immédiatement frappé des rapports de hauteur et de largeur du front et de la tempe avec la face, et l'on voit nettement les proportions relatives des contours antérieur ou frontal et postérieur ou occipal de la tête. Toute personne dont les arcades sourcilières sont saillantes, les tempes découvertes, droites ou presque verticales et élevées, dont le front est large et haut, dont la physionomie n'est ni égarée, ni endormie, peut être considérée en général comme réalisant un type vraiment humain, comme l'enveloppe d'une âme capable d'honorer l'espèce. — On raconte qu'un jour un Anglais envoya son groom dans une taverne pour y chercher Shakspeare, qui était son ami. — Comment le reconnaîtrai-je? fit le groom. — Rien de plus simple, répondit le maître. Chaque figure a quelque ressemblance avec celle d'un animal; mais en voyant Shakspeare tu diras : Voilà l'homme! — L'homme conçu dans la plénitude de sa beauté harmonieuse, oui, voilà l'idéal vers la réalisation duquel doivent tendre les efforts de notre actuelle et imparfaite humanité, et il est temps qu'on ne néglige rien pour se rapprocher, par un habile emploi de l'hérédité,

c'est-à-dire par de saines procréations, d'une race humaine où les derniers vestiges de l'animalité auront disparu, où l'*homme* sera moins rare !

Qu'est-ce qui fait la supériorité de l'aristocratie anglaise? C'est la constante préoccupation qui l'anime de doter sa descendance des meilleures qualités corporelles, intellectuelles et morales. L'Anglais ne se marie point par caprice ou par passion ; il se marie dans les conditions les plus propres à assurer le bonheur de ses enfants, car il sait que le sien et l'honneur de son nom en dépendent. Le respect dont on entoure les jeunes Anglaises, l'honnête liberté dont elles jouissent, l'importance secondaire qu'on attache à leur fortune et le cas que l'on fait de leur mérite personnel sont autant de causes qui augmentent chez ce peuple le nombre des alliances heureuses, et par suite fortifient la population. C'est là un des grands secrets du perfectionnement par l'hérédité. Il faut que les hommes, au lieu de demander la richesse à leurs fiancées, leur demandent la beauté, le caractère et la vertu. Tant qu'ils ne craindront pas de s'allier à des femmes débilitées ou dépourvues de qualités sérieuses, la race s'altérera et s'abâtardira. Le même déplorable résultat est aussi la conséquence du mariage des femmes distinguées et bien constituées avec des individus plus ou moins dégradés. Par bonheur, le tact et la dignité instinctive des femmes, la sympathie naturelle qui les porte vers les supériorités, les empêchent le plus souvent de s'abaisser à des unions humiliantes ou dangereuses, et les prémunissent presque toujours contre les mésalliances. « Au lieu de s'abandonner aux entraînements sympathiques, dit M. Sédillot, qui troublent facilement le jugement, qu'on

se demande, à la vue d'une personne qui plaît, si l'on désirerait avoir des fils et des filles à sa ressemblance, et l'on sera surpris de la fréquence des réponses négatives. Il serait peu raisonnable sans doute de sacrifier des avantages présents à ceux d'une destinée incertaine, mais la sagesse commande de les concilier et de se rappeler la rapidité du temps et le peu de valeur de l'heure qui s'écoule, en comparaison des espérances et des satisfactions de l'avenir. » M. Sédillot ajoute qu'en des temps ordinaires, l'hygiène, l'évidence morale des avantages de la santé et de l'intelligence, suffiraient à la reconstitution d'un peuple. Malheureusement la France a besoin pour se relever d'un ressort plus énergique et plus efficace. Il faut qu'elle se plonge aux sources mêmes de la régénération et de la vie, c'est-à-dire qu'elle songe aux moyens les plus rapides d'assurer aux générations qui se préparent un avenir de vertu et d'ardeur. A une autre époque, il a pu paraître difficile ou indiscret de faire intervenir dans les questions relatives à la reproduction de l'homme des calculs et des estimations qui ne sont pas sans analogie avec ceux de zootechnie, où la *sélection* est depuis si longtemps mise en pratique. Aujourd'hui ces scrupules délicats doivent disparaître devant les avertissements de la nécessité qui nous dit, de sa voix la plus grave et la plus solennelle, qu'il n'y a plus une faute à commettre [1].

Il est nécessaire à ce sujet de signaler les moyens de

[1] Relativement aux caractères extérieurs qui peuvent donner quelque idée des aptitudes, il faut consulter les remarquables travaux de M. Quetelet, résumés dans le récent ouvrage qu'il a publié sous le titre de *Anthropométrie*.

prévenir et d'atténuer autant que possible la fatale hérédité morbide qui est un obstacle si puissant au perfectionnement. Les moyens préventifs ou *prophylactiques* qu'il convient d'opposer à l'évolution des germes de maladie dépendent, on le conçoit, de la nature de ceux-ci. Une mère phthisique ou prédisposée aux tubercules ne doit pas allaiter son enfant; elle doit le confier à une excellente nourrice. Les individus nés de parents poitrinaires supportent mal un régime trop animalisé; les viandes blanches et les aliments maigres leur conviennent davantage. En ce qui concerne la profession, ces individus auront soin d'éviter celles qui les exposeraient à respirer des poussières, à subir des alternatives de chaud et de froid, à se livrer à un exercice habituel de la voix. Le séjour dans les stations maritimes du Midi et dans les lieux où la phthisie est rare est la meilleure prophylactique contre cette redoutable maladie. Ce qu'il faut particulièrement aux individus prédisposés à la scrofule, c'est un air pur, une nourriture substantielle et tonique, et l'atmosphère maritime du nord-ouest de l'Europe. Ceux qui sont menacés de la goutte ou de la gravelle doivent s'astreindre à la plus grande sobriété et se donner beaucoup d'exercice. La régularité et l'uniformité de la vie sont la règle des prédisposés au cancer. Les individus qui comptent des épileptiques parmi leurs ascendants réclament les soins les plus attentifs. Il faut assurer chez eux le calme de toutes les fonctions, leur interdire tous les excès, leur éviter toutes les fatigues, les mettre à l'abri de toutes les émotions, en un mot éloigner d'eux tout ce qui excite. Les prédisposés à la folie doivent être traités d'une façon analogue, c'est-à-dire

avec une grande douceur. Il faut tâcher d'endormir chez eux les passions. L'existence qui leur convient le mieux est celle où il n'y a ni forte activité intellectuelle à dépenser, ni gloire, ni fortune à espérer. Prévenir ou enrayer au sein même des individus le développement des germes morbides n'est ici que l'accessoire ; le principal est d'empêcher le passage de ces germes dans les nouvelles générations. Or, pour atteindre ce résultat, il n'importe pas seulement de multiplier et de faciliter les mariages conformes aux lois de l'hygiène et de la morale, il faut encore s'opposer aux alliances d'où il ne peut sortir que des enfants misérables d'esprit et de corps. Les médecins doivent employer toute leur influence pour défendre l'union de deux époux atteints l'un et l'autre dans les profondeurs de leur constitution par une prédisposition aux diverses névroses, aux tubercules, à la scrofule, etc. Quand l'un des deux époux a des antécédents héréditaires morbides, le médecin doit insister tout au moins sur la nécessité de donner comme conjoint à l'individu qui n'est pas d'une constitution irréprochable, un époux ou une épouse d'un état de santé parfait, d'une force et d'une sexualité supérieures, et surtout d'un tempérament contraire. De la sorte, on atténue plus ou moins les chances de contamination héréditaire auxquelles il serait préférable de ne pas exposer du tout sa progéniture. C'est là une question trop délicate pour que nous y insistions ici. Nous devons dire quelque chose cependant des unions entre consanguins, qui ont donné lieu à de si vives controverses dans ces dernières années. Certains médecins et anthropologistes, M. Broca et M. Bertillon entre autres, soutiennent que les races les moins

mélangées, les plus pures, résistent mieux que les races croisées aux causes de dégénérescence. D'après eux, les méfaits attribués à la consanguinité dépendent de motifs tout à fait étrangers, et principalement des affections héréditaires des ascendants. Trousseau et Boudin affirment de leur côté que les mariages entre individus de la même famille engendrent souvent des produits malsains, des fous, des idiots. Le différend semble être terminé aujourd'hui en faveur des partisans de la première opinion. Tout dernièrement encore, M. Auguste Voisin a constaté, en interrogeant les parents de plus de 1500 malades de Bicêtre et de la Salpêtrière, que l'état d'aucun de ces malades ne pouvait être attribué à l'influence de la consanguinité. Si celle-ci était une cause aussi décisive de dégénérescence, on en aurait vu les effets parmi cette foule d'aliénés et d'idiots.

En tout cas, et quelque exagération qu'il puisse y avoir chez les théoriciens de l'hérédité, celle-ci a une part incontestable dans la genèse du tempérament et du caractère, et la réalité de ce fait suffit pour autoriser toutes les pratiques de nature à faciliter la transmission des meilleures aptitudes. A Rome, les femmes les plus remarquables et les plus respectées apportaient parfois à une autre famille, du consentement de leurs époux, la supériorité de leur sang. Quintus Hortensius, ami et admirateur de Caton, n'ayant pu obtenir sa fille Porcia, lui demanda sa femme Marcia, et Caton la lui céda. La grossièreté de pareilles coutumes choque notre délicatesse, mais elle s'explique très-bien par le désir qu'avait le chef de la famille romaine d'assurer à ses descendants la plus mâle vigueur et les plus solides

vertus. — Dans notre ancienne société, le maintien des maîtrises, des charges, des professions dans les mêmes familles, où elles se continuaient de père en fils, a eu pour origine et pour base l'observation inconsciente de la transmission héréditaire des aptitudes, et M. Sédillot regrette que les bouleversements de la société moderne aient fait disparaître cette tradition salutaire qui astreignait moralement, à tous les degrés de l'échelle sociale, le fils à remplacer le père. C'est là encore un souvenir qui ne doit pas être oublié des races qui ont souci de leur propre perfectionnement.

Ce qu'elles ne doivent pas perdre de vue non plus, et ce qui est d'une application plus facile, ce sont les préceptes d'une vigilante et intelligente éducation. Sous ce rapport, les hommes qui ont le plus de souci de l'avenir de la France n'ont aujourd'hui qu'une opinion : il faut fortifier les nouvelles générations en donnant une plus grande place aux exercices corporels et en fatiguant moins les enfants de travaux funestes à la santé. Il ne s'agit pas de toucher aux études classiques ni aux humanités, qui demeureront le principal élément de la culture morale, il est question seulement de rechercher si les enfants ne pourraient pas faire connaissance un peu plus vite et un peu mieux avec les trésors de la latinité et de l'hellénisme, et vivre un peu plus dans le commerce des choses modernes. Il y en a beaucoup qu'on ne leur enseigne pas et qu'on pourrait leur enseigner au grand bénéfice de leur développement intellectuel. Ce n'est pas le lieu d'y insister ici ; mais il semble et personne ne doute que, par une éducation très-forte et hardiment rénovatrice, il soit possible, sinon de changer la face d'un peuple, comme le disait

Leibniz, au moins de détruire la plupart des causes de décadence auxquelles il s'abandonne en l'absence d'une discipline convenable.

La conviction qu'il est possible de réagir contre les impulsions dangereuses de l'hérédité et de triompher des tyrannies fatales, au moins dans le domaine moral, est d'ailleurs une des plus salutaires qu'on puisse répandre et accréditer dans le monde. Vouloir fortement, c'est déjà pouvoir. Quand même il ne serait pas aussi facile qu'il l'est en réalité de dompter les énergies aveugles par le seul ascendant d'une volonté résolue et clairvoyante, il y aurait encore des raisons pour faire croire aux hommes qu'ils sont maîtres de se modifier, de s'amender, qu'ils ne sont pas les jouets d'un inflexible destin, et qu'il ne leur est pas permis de céder, sans résistance et sans remords, à leurs mauvais instincts. Croyons à la puissance de l'hérédité en tant qu'elle peut devenir un moyen d'amélioration et de libre perfectionnement. N'y croyons plus au cas où l'on prétendrait qu'elle exerce un despotisme tellement absolu qu'il y aurait de la témérité à refuser de le subir. L'éducation ne doit pas seulement se proposer de perfectionner les hommes, elle doit entreprendre aussi de leur inspirer le désir du perfectionnement en leur démontrant qu'ils sont perfectibles. Associée à la culture judicieuse de l'hérédité bienfaisante, l'éducation triomphe ainsi de l'hérédité malfaisante et renouvelle les générations.

Il ne faudrait pourtant pas accorder à l'éducation une influence exagérée, ni prétendre qu'elle puisse à elle seule provoquer des supériorités très-éminentes. Elle n'a qu'une influence limitée, comme l'hérédité elle-

même. Le génie échappe à l'une comme à l'autre. Le génie, c'est-à-dire l'expression la plus parfaite et la plus complète de l'esprit considéré comme force librement créatrice, ah! voilà tout ensemble l'éternelle consolation et l'éternel désespoir de notre nature! Il console puisqu'il est la source de toute lumière et de tout ravissement; il désespère justement parce qu'il est rare, exceptionnel, capricieux, étrange, dédaigneux de la familiarité de ceux qui voudraient connaître son secret mystérieux, obstinément rebelle aux efforts de ceux qui entreprennent de le soumettre, bref, tout à fait en dehors de la logique et de la discipline du commun des hommes. C'est un arbre gigantesque dont les fruits sont l'aliment des siècles, et qui croît dans des conditions telles qu'on n'en saurait pas plus prévoir ou provoquer la genèse que régler l'existence ou calculer la fécondité. Il faut attendre humblement et patiemment qu'il plaise à la Providence de nous en procurer le bénéfice et la décoration. Heureusement les hommes de génie ne sont pas indispensables à l'humanité. Plus la moyenne générale d'une nation s'élève, moins ils deviennent nécessaires. Or la moyenne s'élève irrésistiblement quand la volonté et l'initiative de tout les citoyens n'y ont plus qu'un sincère désir : celui de se perfectionner. La culture héréditaire, par sélection impitoyable des causes de dégénérescence au profit des causes d'amélioration, peut être recommandée avec confiance aux nations jalouses de conquérir ainsi le premier rang dans le monde.

APPENDICE

FRAGMENTS MÉTAPHYSIQUES

Je joins ici en forme d'appendice quelques fragments d'articles publiés il y a plusieurs années dans divers journaux, et où se trouvent des idées du même ordre que celles qui sont développées précédemment. En comparant ces fragments au chapitre *De la constitution de la matière*, on verra comment je me suis graduellement élevé d'une philosophie indécise vers une philosophie décidée.

PREMIER FRAGMENT[1]

Pour beaucoup de gens, le mot matière a une signification toujours identique à elle-même et bien déterminée; c'est une réalité fort claire, une entité souveraine, une espèce de divinité comprenant tout. Les philosophes candides qui en sont là n'ont jamais analysé les caractères intimes de cette matière, ni réfléchi aux particularités distinctives de la substance envisagée sous ses différents aspects. Ils ignorent que les propriétés qui leur servent à caracté-

[1] *Liberté* du 15 septembre 1869.

riser cette matière sont plus mobiles et plus fugitives que les songes de la nuit, et que, dans beaucoup de cas, les corps ne nous révèlent leur présence que grâce à des vertus intimes, à des énergies cachées, invisibles et intangibles, que les sens aveugles ne percevraient point, si l'esprit n'était pas là pour les y aider. La matière a des familles, des genres et des variétés comme l'animal et comme la plante; mais l'animal en soi, la plante en soi, que sont-ils, que deviennent-ils dans votre empirisme? Ils s'y évanouissent, ils y disparaissent, parce que vous êtes impuissants à les comprendre : vous ne comprenez pas davantage la matière.

Pourquoi les molécules chimiques inertes et mortes deviennent-elles, lorsqu'elles sont agrégées d'une certaine manière, un centre de force et de vie? C'est qu'elles changent bien certainement d'énergie et de forme. Et vous, qui avez pénétré les mystères de l'organisation cérébrale, le cerveau, je vous prie, a-t-il rien de commun avec la matière ordinaire? Cette substance délicate, en quelque sorte éthérée et immatérielle, c'est de l'esprit condensé — qu'on me passe l'image, — ce sont des molécules transfigurées.

Vous la réduisez en carbone, en hydrogène, en oxygène, en azote et en phosphore, qui sont de la matière, soit; mais quand elle sent, quand elle veut, quand elle pense, quand elle invente, grand Dieu! que deviennent carbone, hydrogène, oxygène, azote et phosphore? Comment et par quoi sont-ils modifiés, asservis, façonnés, transformés, *organisés* de façon à n'avoir plus rien de commun avec eux-mêmes et à disparaître dans l'unité du moi?...

Après avoir résumé l'idée et la pensée des œuvres remarquables qui ont fourni le prétexte de cet article, il convient de joindre ici notre idée et notre pensée à nous, et de faire connaître au lecteur la nature vraie du problème philosophique dont la solution est aux mains de l'avenir.

Ce problème gît dans la conciliation du matérialisme et du spiritualisme, ou, si l'on aime mieux, de l'empirisme et de l'idéalisme. L'idée de matière doit disparaître avec celle d'esprit dans le suprême concept de la réalité ; l'expérience et la raison doivent concourir dans la science logique de l'être. Qu'est-ce donc que la réalité? Qu'est-ce donc que l'être? Ni la réalité, ni l'être ne sont simples ; ils sont multiples, et cette proposition, démontrée par les sciences d'aujourd'hui, est un coup mortel pour toutes les métaphysiques du passé.

Expliquons-nous. En analysant la notion de matière, en séparant par abstractions successives tous les éléments qui déterminent pour nous cette notion, on arrive à un certain nombre de forces inétendues, sans corps et sans figure, qui se confondent probablement avec ce que Leibniz désignait sous le nom de *monades*, centres mêmes de l'activité. D'autre part, on éprouve beaucoup de peine à comprendre comment la *matérialité* peut résulter de l'assemblage de ces forces. C'est pourquoi certains philosophes imaginent que celles-ci ont pour *substratum* des atomes ou points matériels. Mais ici encore il est impossible à la raison de se représenter clairement ces atomes distincts des forces. C'est ainsi que le grand débat et l'éternelle difficulté sont entre l'atomisme ou matérialisme et le dynamisme ou spiritualisme. Or, nous disons que la difficulté n'est point résoluble et que l'essence de l'être est un mystère qui dépasse notre entendement. Mais à côté de l'essence de l'être sont les apparences de l'être, les degrés de l'être, les complexités de l'être, et c'est là ce qui constitue pour nous la réalité. Quels sont ces apparences, ces degrés, ces complexités? Ils sont au nombre de quatre, à savoir : les *propriétés*, les *phénomènes*, les *lois* et les *idées*.

Les propriétés sont les éléments les plus simples du savoir, les termes premiers de la recherche. Les phénomènes sont le résultat complexe du jeu d'un certain nombre de

propriétés, considéré en tant qu'il est perçu par nous. Les lois sont les formules générales qui résument ce qu'il y a d'immuable dans les phénomènes. Les idées enfin sont les expressions rationnelles qui représentent le travail opéré par l'intelligence sur la réalité des lois.

L'hydrogène, par exemple, a la *propriété* de se combiner à l'oxygène pour former de l'eau réciproquement. Le fait même de cette combinaison est un *phénomène* qui s'accomplit selon la *loi* des propriétés définies, laquelle loi se rattache à l'*idée* plus compréhensive et plus générale d'*atomicité*. Cette idée compte avec celle de *série*, de *type*, de *substitution* parmi les concepts qui donnent à la chimie toute sa puissance de prévision et toute sa valeur philosophique.

Montrer que les phénomènes résultent du fonctionnement simultané d'un certain nombre de propriétés; que les lois sont l'expression des rapports de concomitance ou de subséquence qui gouvernent le jeu des propriétés dans l'accomplissement des phénomènes; que les idées proviennent de la synthèse inductive des lois analogues; — établir que la méthode n'est autre chose que l'art de passer de l'une à l'autre de ces quatre catégories, soit de la plus simple à la plus complexe, soit de celle-ci à celle-là; l'expérimentation permettant d'opérer le passage des propriétés aux phénomènes, ou des phénomènes aux propriétés, l'induction, le passage des phénomènes aux lois, et la déduction, le passage réciproque; la dialectique enfin étant le moyen de s'élever des lois aux idées, et, par un processus inverse, de discerner dans les idées les lois virtuellement incluses; — conclure qu'en dernière analyse le monde entier se résout pour nous dans un certain nombre de propriétés élémentaires, de facteurs irréductibles, d'activités ultimes emmêlés et enchevêtrés de toute façon, groupés selon des lois multiples et infiniment diversifiées, formant des équations de tout degré et de toute forme; — faire entrevoir que peut-être ces équa-

tions partielles ne sont que des cas particuliers d'une équation générale, absolue et suprême qui est la loi universelle, le dieu inconnu, la fin de la science ; — remarquer que les procédés intellectuels, c'est-à-dire les ressources de la méthode, consistent à trouver les moyens de résoudre les problèmes de cette algèbre complexe et grandiose, et que les monômes définitifs de cette mathématique sont les idées de la raison pure, les concepts de l'entendement, les substantiels et clairs *noumènes* en qui s'harmonise ce qu'il y a de réel et d'immuable dans le savoir morcelé, empirique, incohérent : — là est, selon moi, toute la question philosophique, toute la logique positive.

DEUXIÈME FRAGMENT [1]

La science a toujours été et demeurera le vrai point de départ et le germe fécond de toutes les applications. Les bénéfices nombreux qu'on a retirés des découvertes faites sans préoccupation d'utilité, et dans un but absolument spéculatif, prouvent que la connaissance des facteurs enchevêtrés de cette équation immense qu'on appelle le monde est le premier et le plus sûr moyen de rencontrer quelque objet capable d'améliorer les conditions physiques ou économiques de la vie. Cette proposition a été très-souvent exprimée. Cependant on trouve encore des hommes qui, dédaignant toute recherche désintéressée de la vérité scientifique, affectent de ne considérer que l'utilité industrielle, comme si la première n'était pas la matrice éternelle de l'autre, comme si l'aperception lumineuse et méthodique de l'ordre réel des choses n'était pas indispensable pour en découvrir les propriétés et les vertus qui peuvent satisfaire

[1] *Nation souveraine* du 23 juin, 1871.

nos besoins, guérir nos maux, soulager nos misères ou divertir notre ennui?

Pour aujourd'hui, en forme d'introduction au compte rendu régulier du progrès des sciences, nous voulons justement présenter quelques considérations sur cet ordre réel des choses que la science pure a l'ambition de connaître. Nous y joindrons des remarques succinctes touchant la façon dont il convient d'envisager, dans leur intime connexité, le problème scientifique et le problème philosophique, toujours débattus avec la même ardeur.

Quand on envisage les sciences de la nature au point de vue particulier et fragmentaire, qui est celui de la plupart des savants, on a de la peine à saisir d'une vue claire et compréhensive l'ordination des éléments du monde, et l'harmonieux aspect de celui-ci est dissimulé par la multiplicité confuse des expériences isolées. D'autre part, lorsque, sans avoir étudié les sciences proprement dites, on essaye d'emblée de se représenter le monde à l'aide des interprétations de la métaphysique pure, et d'établir la philosophie de la nature sur les assises d'un dogmatisme purement idéal comme celui de l'école, on risque de prendre tout pour la réalité, excepté la réalité même.

Pour concevoir la nature dans son ensemble homogène, il n'y a qu'une méthode, c'est d'appuyer la généralité sur les particularités, mais sur les particularités considérées comme solidaires, connexes et facteurs d'un même tout. Cette opération difficile de connaître l'ensemble n'est possible qu'à la condition d'établir d'abord les liaisons mutuelles qui rivent dans une rigide et indissoluble synergie tous les détails de cet ensemble. C'est de cette façon-là seulement qu'on peut entreprendre d'atteindre avec certitude à une connaissance positive et doctrinale du monde, également refusée à la myopie des savants et à la presbytie des métaphysiciens.

Jadis, les hommes soucieux de fonder la philosophie de

la nature avaient bien compris qu'il y faut une expérience consommée des faits particuliers et une grande puissance spéculative. Ils furent à la fois savants et philosophes. Ces hommes n'ont pas eu de successeurs au XIX[e] siècle, ou du moins n'en ont eu que de très-rares, et c'est ce qui fait que le bénéfice concret des travaux modernes est bien plus considérable que le bénéfice abstrait. Pourtant les linéaments de la science générale commencent à apparaître, et voici, à peu près, où nous conduisent les principaux travaux des dernières générations de chercheurs et de penseurs.

Ils conspirent à nous donner du monde une idée assez analogue à celle qu'en avait conçue Leibniz, à nous y faire apercevoir les principes d'activité, de vie, de solidarité et d'enchaînement qu'il y avait pressentis dans une intuition si belle. Le monde est un concert dynamique, une énergie infiniment diversifiée ayant pour éléments une infinité de forces, de toute nature et de tout degré, intimement enchevêtrés, les plus humbles se répercutant dans l'immensité, les plus puissantes se dépensant en opérations invisibles. Et le tout s'achemine dans une synergie grandiose vers une fin dont nous n'avons qu'une obscure vision. Les formes sont ainsi des forces condensées, les forces des formes diffuses. Les unes et les autres, consubstantiellement associées, déterminent les causes invisibles de ce que nous voyons.

Cette conception de la nature, peu favorable au spiritualisme cartésien, l'est bien moins encore à la théorie empirique connue sous le nom de matérialisme. Le matérialisme se tient aux phénomènes fournis par la sensation et méconnaît la fonction spéciale de l'intelligence. Cependant, comme l'a exprimé supérieurement le grand physiologiste Helmholtz, de même que nous ne pouvons *voir* le monde que comme un *phénomène lumineux*, de même notre intelligence, qui a pour fonction de former des idées générales, ne peut le *comprendre* que comme une connexion

causale. L'âme, en nous révélant le type primordial de la causalité, c'est-à-dire en se révélant à elle-même, nous découvre aussi la loi du monde et nous y montre des énergies bien distinctes des apparences physiques, mécaniques et géométriques.

Ayons, cela est légitime, toute sorte d'estime pour les explications qui se résolvent dans le nombre et la mesure, mais n'admettons pas que la nature ne soit que géométrie et mécanique. N'allons pas croire qu'il n'y a de vrai que ce que nous ramenons à des formules, et que ce dont nous exprimons l'idée dans un langage différent soit une illusion de notre esprit. Notre âme a plusieurs façons de saisir, également sûres, quand les étreintes en sont profondes. Leibniz était aussi grand mathématicien que Descartes et Newton, et il ne prétendait pas pourtant que la mathématique dût fournir tous les secrets de la conception du monde.

Il y voyait, particulièrement, dans l'ordre de la vie et de la pensée, des activités et des vertus irréductibles aux propriétés qu'on mesure et qu'on calcule. Qu'elles échappent à la méthode mathématique ou qu'elles s'y ramènent, les démonstrations de l'expérience ne sont pas moins précises, ni les intuitions de l'entendement moins lumineuses. Or ce sont ces démonstrations et ces intuitions nullement chimériques qui nous démontrent le dynamisme universel, qui nous donnent le sentiment positif de l'être, de l'ordre, de l'harmonie et de la raison intelligible des choses. Non, les chiffres et les figures n'expliquent pas tout. L'âme seule trouve en elle-même, au foyer de l'abstraction, comme de secrètes affinités avec tout. Les voix de l'esprit sont aussi nettes et impérieuses que celles de la conscience. Les délicatesses du sentiment et les charmes de la beauté sont aussi vrais que la régularité des orbes planétaires ou la loi de production des météores. L'idée pure de la force, du ressort, de la vie, de la solidarité, de la volonté ne s'impose

pas moins que celle de toute phénoménalité d'ordre inférieur.

On la voit, la science, résultat de l'accouplement mystérieux de la nature et de l'esprit, emprunte nécessairement quelque chose de ce qui est propre à l'esprit. L'activité de celui-ci est visible dans l'idée qu'il se fait du monde, et il n'en saurait être autrement. Tous les systèmes philosophiques qui ont nié ou méconnu cette intervention nécessaire de l'entendement dans la constitution du savoir n'ont pu aboutir qu'à une doctrine stérile et vaine.

Ces réflexions, peut-être un peu rapides, montrent du moins qu'il y a deux éléments principaux dans notre connaissance du monde : ce qui vient du monde et ce qui vient de nous-mêmes, de notre raison. Le savant considère surtout les choses elles-mêmes, en d'autres termes l'élément *objectif*; le philosophe étudie plutôt la raison, c'est-à-dire l'élément *subjectif*.

Le premier examine les faits indépendamment de la raison qu'ils mettent en activité, et le second examine la raison indépendamment des faits qui la mettent en activité. Ce double office de la science et de la philosophie, concourant l'une et l'autre dans une même aspiration, en fait deux sœurs, deux filles également sacrées de l'esprit, chargées d'étancher sa soif de vérité.

Par malheur, il est arrivé qu'on a presque toujours subordonné tantôt la raison aux faits extérieurs tantôt les faits extérieurs à la raison. De là les erreurs, les illusions, les systèmes et les luttes séculaires des écoles.

Établir l'équilibre exact entre la nature et l'âme, en déterminer les rapports vrais, voilà aujourd'hui le problème fondamental de la philosophie. Il convient de dire en quelques mots comment, selon nous, il sera possible de le résoudre un jour et dans quel sens les investigations entreprises à ce sujet doivent être dirigées.

Le commencement de la sagesse est ici de renoncer

d'une façon définitive à l'apparence empirique et au sentiment vulgaire d'après lequel il y a dans le monde deux entités fondamentales et opposées, la force et la matière. Cette opposition n'a pas de sens philosophique. Sans rien préjuger touchant l'essence intime des êtres, on peut et on doit reconnaître qu'au fond ils forment, dans l'universel dynamisme dont nous avons parlé plus haut, une immense série commençant par des énergies obscures et rudimentaires, se continuant par des énergies de plus en plus perfectionnées et compliquées, et finissant à un système d'énergies, dont la prérogative est de concevoir l'ordre de toutes celles qui précèdent et d'en saisir les connexions.

Depuis l'inerte molécule de charbon jusqu'aux éléments anatomiques doués de sensibilité, d'intelligence et de volonté, il y a ainsi une infinité de degrés solidaires dont le terme culminant est en nous, dans l'âme pensante. Dire que celle-ci est immatérielle n'a pas plus de sens que de dire qu'elle est matérielle. C'est une vertu, un phénomène comme la pesanteur, la chaleur, la lumière, la vie, mais d'un degré très-supérieur. L'âme participe de toutes les activités du monde, et en même temps toutes celles-ci participent d'elle, puisque en elle et par elle seulement se révèlent et se déterminent leur harmonie et leur qualité.

Fixer les rapports de la nature et de l'âme ne doit donc pas consister à les opposer, mais à les rechercher l'une dans l'autre. Il nous faut voir comment les phénomènes modifient l'âme d'après le plus ou moins d'analogie qu'il y a entre eux et l'âme. De cette façon-là seulement on parviendra à trouver le lien de l'expérience externe et de l'expérience interne, et à bien voir comment celle-ci est la clef de celle-là. Telle est, du moins selon nous, la seule voie féconde pour les investigations de la pensée.

FIN DE L'APPENDICE



TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE I
La constitution générale de la matière et le nouveau dynamisme. 1
La philosophie de la nature et les idées de Leibniz 38
La constitution générale des êtres vivants 76
La lumière et la vie 123
La chaleur et la vie 159
L'électricité et la vie 191
Les odeurs et la vie 223
Les médicaments et la vie. Progrès récents de la thérapeutique. 255
Les régénérations et les greffes animales 285
Les ferments, les fermentations et la vie 316
Les grandes épidémies. Le choléra indien 345
La physiologie de la mort. La mort apparente et la mort réelle. 375
L'hérédité en physiologie, en médecine et en psychologie 408
APPENDICE 449

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2





